

ESSENTIALS
OF
MAI RICULATION SCIENCE
(IN BENGALI)

By
HIMANGSHU KUMAR SABOOD, B. Sc., M. A.

Teacher, Uluberia H. E. School.

Formerly senior Science and

Mathematics Teacher, Bakh-

rahat (24-pgs.), Burikhali

& Pirpur H. E. Schools

Howrah.

1 9 4 1

DESHBANDHU BOOK DEPOT.
54/A, Vivekananda Road, Calcutta.

Price Annas Fourteen.

Published by—

BADHIKA PRASAD BANERJEE,

84/A, Vivekananda Road, Calcutta.

To be had of—

J. C. Banerjee & Co.—College Street, Calcutta.

Sarvamangala Library—Canning Street, Calcutta.

Sreeguru Library—204, Cornwallis St, Calcutta.

Hiralal Patra—Ghatal, Midnapore.

Baudhab Pustakalaya—Tumluk, Midnapore

Bani Mandir—Uluberia, Howrah.

Sarada Library—Champadang, Hooghly.

Teachers' Stall—Krishananagore, Nadia.

Saraswati Library—Charial, Budge Budge.

Subhas Book Depot—Batore, Howrah.

Burdwan Book Company—Burdwan.

Chattopadhyaya Bros—Khulna.

Binapani Library—Nachinda Bazar, Contai.

Sabitri Pustakalaya—Jhargram, Midnapore.

J. C. Mahapatra—Manglamaro, Midnapore.

India Library—Mymensingh.

Printed by—

GOURI SANKAR PAL.

BHARATI PRESS, Calcutta.

যেবান, আংশিক আকর্ষণ অপেক্ষা অনেক বেশী বাড়িয়া যায় ; সুতরাং উহারায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

উত্তাপ দিলে কঠিন বরফ তরল জলে এবং তরল জল বায়বীয়-বাষ্পে পরিণত হয় ; আবার তাপ কমাইয়া শীতল করিলে জলীয় বাষ্প জলে এবং জল বরফে পরিণত হয়।

Q 3. Enumerate the general properties of matter with illustrations.

Ans. সকল পদার্থেরই কয়েকটি সাধারণ গুণ আছে ; যথা—

(১) ওজন (Weight)—সকল পদার্থেরই ওজন আছে।

(২) বিস্তৃতি (Extension)—প্রত্যেক পদার্থই কিছু না কিছু স্থান অধিকার করে।

(৩) অভেদ্যতা (Impenetrability)—পরস্পর পৃথক দুইটি পদার্থ একসঙ্গে একই স্থানে থাকিতে পারে না। কাঠে পেরেক পুতিলে, উহা ভিতরে প্রবেশ করে বটে, কিন্তু কাঠ চারিদিকে সরিয়া গিয়া উহার স্থান করিয়া দেয়। পেরেক যে-স্থান দখল করিল, তপায় কাঠ থাকিতে পারিল না।

(৪) নিষ্ক্রিয়তা (Inertia)—কোন পদার্থই আপনা হইতে চলিতে বা থামিতে পারে না। মেজের উপর যে মার্বলটি স্থির হইয়া রহিয়াছে, উহা আপনা-হইতে কখনই চলিতে পারিবে না ; আবার উহাকে চালাইয়া দিলে, উহা আপনা-হইতে কখনই স্থির হইবে না। তবে যে উহা কিছু দূর গিয়া থামিয়া যায়, তাগ ভূমি ও বায়ুর ঘর্ষণ-জনিত রোধ-শক্তির বলে ঘটিয়া থাকে।

(৫) মহাকর্ষ (Gravitation)—সকল পদার্থই পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে ; এই আকর্ষণ সকল স্থানে এবং সকল সময়েই বর্তমান। পৃথিবীর মত একটি প্রকাণ্ড পদার্থ বস্তুমাত্রকেই সর্বদা প্রবলবেগে আকর্ষণ করিতেছে বলিয়া বস্তুসমূহ পরস্পরের ক্ষুদ্র আকর্ষণ অনুভব করিতে পারে না। পদার্থের বস্তুমাত্রা ও দূরত্ব অনুসারে এই আকর্ষণের তারতম্য ঘটিয়া থাকে।

(৬) বিভাজ্যতা (Divisibility)—পদার্থকে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত করা যায়। এক গ্রাস জলে এক ফোঁটা কালি ফেলিলে, অল্পক্ষণের মধ্যেই উহা সহস্রাধা বিভক্ত হইয়া সমস্ত জলেই ব্যাপ্ত হইয়া যায়।

(৭) স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity)—শক্তি প্রয়োগ করিলে পদার্থ মাত্রেরই আয়তন পরিবর্তিত হয়, এবং ঐ শক্তি সরাইয়া লইলে উহা পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়। ইহাই পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম। ঘড়ির স্প্রিং টানিয়া ধরিলে, সোজা হয়; ছাড়িয়া দিলে আবার পূর্বের মতই গুটাইয়া যায়।

(৮) সচ্ছিদ্রতা (Porosity)—পদার্থ মাত্রেরই অঙ্গে অসংখ্য স্থল স্থল ছিদ্র আছে। উহাদিগকে দেখিতে পাওয়া যায় না বটে, কিন্তু উহাদের ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায়। টেবিলে কালি ফেলিলে যে দাগ হয়, তাহা উহার ঐ স্থল স্থল ছিদ্র আছে বলিয়াই।

(৯) সংসক্তি (Cohesion)—পদার্থ মাত্রেরই সংসক্তি অর্থাৎ বাধুনি আছে। কঠিন পদার্থে এই গুণ বেশী, তরল পদার্থে অপেক্ষাকৃত কম এবং বায়বীয় পদার্থে উহা আরও কম।

(১০) রোধ (Resistance)—পদার্থ মাত্রেরই এই গুণ অনাধিক বর্তমান। পদার্থের সংসক্তি-ধর্মের তারতম্যে এই গুণের তারতম্য ঘটে। পাথরে, জলে এবং বাতাসে ছড়ির আঘাত করিলে, কঠিন পদার্থের রোধ-শক্তি যে সর্বাধিক, তরলের অপেক্ষাকৃত কম এবং বায়বীয় পদার্থের সর্বাপেক্ষা অল্প, তাহা বেশ বুঝিতে পারা যায়।

(১১) অবিনাশিতা (Conservation of mass)—বস্তুমাত্রই রূপান্তরিত হয়, কিন্তু ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না।

Q 4. How can you prove that matter is indestructible?

Or. What do you mean by conservation of mass and how can you prove it ?

Ans. ইঞ্জিয়গ্রাহ্য এবং ওজন-বিশিষ্ট বস্তুমাত্রকেই আমরা পদার্থ নাম দিয়া থাকি। ইট, কাঠ, জল, বায়ু—ইহারা সকলই পদার্থ। এই পদার্থ-জগতের কার্যকলাপের প্রতি লক্ষ্য করিলে আপাততঃ মনে হইবে যে, পদার্থ মাত্রই ধ্বংসশীল। জল ফুটাইলে, উহা কোথায় অদৃশ্য হইয়া যায়; মোমবাতি পোড়াইলে মোম এবং বাতি উভয়েই পুড়িয়া অদৃশ্য হয়; জলে মিছরি ফেলিলে, কিছুকণ পরে মিছরি আর দেখিতে পাওয়া যায় না; এইরূপ ব্যাপার, পদার্থের ধ্বংসশীলতা নির্দেশ করে।

কিন্তু বিশেষ ভাবে পরীক্ষা করিয়া দেখিলে বুঝিতে পারা যায় যে, জল ফুটাইলে অদৃশ্য চল্লীয়াবাস্পে পরিণত হয় বলিয়া জলকে আর দেখিতে পাওয়া যায় না; মোমবাতি জ্বালাইলে উহা অদৃশ্য গ্যাসে রূপান্তরিত হয়, কিন্তু ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় না; খাবার জলে মিছরি ফেলিলে, জলের আণবিক ব্যবধানের মধ্যে মিছরির কণাগুলি আয়োগোপন করে, কিন্তু ধ্বংসপ্রাপ্ত হয় না। সকল ক্ষেত্রেই পূর্ণ-পদার্থ ও রূপান্তরিত পদার্থ, এই উভয়ের ওজন সমান থাকে।

এই প্রকার পর্যবেক্ষণ দ্বারা বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে, জগতে পদার্থের ধ্বংস নাই, এবং পদার্থের মোট পরিমাণের হ্রাসবৃদ্ধিও কোন ক্রমে সংঘটিত হয় না। ইহাই পদার্থের অবিনাশিতা এবং ইহাই বিজ্ঞান জগতের শ্রেষ্ঠ আবিষ্কার-সমূহের অন্ততম।

Q 5. How would you show that water exerts equal pressure in all directions at a point within it ?

Ans. জলমধ্যস্থ কোন বিন্দুর চারিদিকেই সমানভাবে জলের চাপ পড়িয়া থাকে। ইহা নিম্নোক্ত উপায়ে সহজে প্রমাণ করা যায়।

একটি কাচ-নলকে, রবারের পাতলা-পাত দিয়ে মুখবঁধা একটি কাচের চোঙের সহিত রবার-নল দ্বারা সংযুক্ত করা হইল। কাচনলে একবিন্দু জল প্রবেশ করান হইল; এই জলবিন্দুই চাপ-নির্দেশক (Index); কারণ, চোঙের মুখের পাতলা আবরণটিতে যে পরিমাণ চাপ দাওয়া হয়, চোঙ ও নলের অভ্যন্তরস্থ বাতাসও ঐ নির্দেশক জলবিন্দুটিকে সেই পরিমাণে দূরে বা নিকটে সরাইয়া দেয়।

এইবার একটি জলপূর্ণ পাত্রে চোঙটি ডুবাইয়া, জলের গভীরতা সমান রাখিয়া, চোঙের রবার-ঢাকা মুখটি, উপরে, নীচে, পার্শ্বে, যে-দিকেই ঘুরান যাউক না কেন, দেখা যাইবে যে, ঐ নির্দেশক-বিন্দুটি একই স্থানে একই ভাবে স্থির রহিয়াছে। ইহা হইতেই বুঝিতে পারা যায় যে জলমধ্যস্থিত কোন বিন্দুর উপর সকলদিক হইতেই জলের সমান চাপ পড়ে।

Q 6. How would you show that pressure exerted anywhere on a mass of water is transmitted equally, in all directions ?

Or. State and prove Pascal's law about the transmission of fluid pressure.

Ans. জল বা যে-কোন তরল পদার্থের উপর চাপ দিলে ঐ চাপ সকল দিকে সমান ভাবে বিস্তৃত হয়। বৈজ্ঞানিক পাশ্কেল (Pascal) এই তথ্যটি আবিষ্কার করিয়াছিলেন। ইহা নিম্নলিখিত উপায়ে সহজে প্রমাণ করিতে পারা যায়।

একটি ফাঁপা রবারের বল জলপূর্ণ করিয়া, একটি পিনের সাহায্যে উহার গায়ের চারিদিকে কয়েকটি ছিদ্র করা গেল; ছিদ্রগুলি স্থল বলিয়া জল বাহির হইয়া আসিবে না। এইবার বলটি একটু টিপিলেই দেখা যাইবে যে ছিদ্রগুলি দিয়া ভীরের মত সমান ধারায় জল বাহির হইয়া আসিতেছে। ইহা হইতেই বুঝা

যায় যে, জল বা যে-কোন তরল পদার্থের উপর চাপ দিলে, ঐ চাপ সকলদিকে সমানভাবে বিস্তৃত হয়।

Q 7. What do you mean by buoyancy of water ? State and verify Archimedes's principle.

Ans. (i) **প্লাবিতা (Buoyancy)**—কোন সমচতুর্কোণ ধাতুখণ্ড জলে ডুবাইলে চারিদিক হইতে জলের চাপ উহার উপর লম্বভাবে পতিত হয়। পাশ-গুলি একই গভীরতায় এবং পরস্পর বিপরীত মুখে থাকে ; তাই, উহাদের উপর পতিত, সমান এবং বিপরীতমুখী চাপগুলির ক্রিয়া প্রকাশ পায় না ; কিন্তু নীচের তলের গভীরতা অপেক্ষাকৃত বেশী বলিয়া উহার উপর উর্ধ্বচাপ, উপরের তলে পতিত নিম্নচাপ অপেক্ষা অধিক হয়। সুতরাং চারিদিক হইতে বস্তুটির উপর চাপ পড়িলেও শুধু উর্ধ্বচাপই প্রকাশ পায়। জলের এই উর্ধ্বচাপকেই জলের **প্লাবিতা (Buoyancy)** বলা হয় এবং ইহারই ফলে কোন বস্তুকে জলে ডুবাইলে বস্তুটির ওজন কমিয়া যায়। যে পরিমাণ ওজন কমে, তাহাই বস্তুটির উপর জলের প্লাবিতার পরিমাণ।

(ii) কোন পদার্থ জলে কিংবা অল্প কোন তরল পদার্থে ডুবাইলে, যে পরিমাণ জল বা তরল পদার্থ অপসারিত হয়, উহা সেই-পরিমাণ জল বা তরল পদার্থের ওজন হারায়। ইহাই **আর্কিমিডিজের সূত্র**, এবং ইহার একটি সহজ পরীক্ষা এইরূপ—

এক টুকরা পাথর, বাতাসে ওজন করার পর, জলে রাখিয়া ওজন করিলে দেখা যায়—প্রথম ওজন অপেক্ষা দ্বিতীয় ওজন কম। এই ওজন কতটুকু কম হইল তাহা স্থির জানিয়া, এই পাথর টুকরাটি একটি পার্শ্বনল (Side tube) বিশিষ্ট জলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে ফেলিতে হইবে। এইরূপ করিলে পাথর টুকরাটির সম-আয়তন জল, পার্শ্বনল দিয়া বাহির হইবে। এই জল পাত্রান্তরে সংগ্রহ করিয়া

ওজন করিলে দেখা যাইবে যে এই জলের ওজন এবং পাথরটিকে জলের মধ্যে রাখিয়া ওজন করায় উহার ওজন বতটুকু কমিয়াছে, তাহা এই উভয়ই সমান।

Q 8. What do you mean by “Water finds its own level”? Give practical illustration. Or, Explain the principle of water-supply in large towns.

Ans যে-কোন U-এর আকার বিশিষ্ট নলের একটি বাহুতে জল ঢালিলে ঐ জল নলের অপর বাহুতেও প্রবেশ করে এবং অবশেষে দুই বাহুর জলের উপরিভাগ একই সমতলে অবস্থান করে। ইহাই জলের “সমোচ্চশীলতা” ধর্ম, এবং এই জন্তই জল নিজ তল খুঁজিয়া থাকে বলা হয়।

জলের এই সমোচ্চশীলতা ধর্মের সাহায্য লইয়াই বড় বড় শহরে জল সরবরাহ করা হয়। কোন স্থানে খুব উচুতে বড় একটি ট্যাংক বসাইয়া উহার উপরে ও ভালায় এক একটি করিয়া দুইটি মোটা নল সংযুক্ত করা হয়। পাম্পের সাহায্যে উপরের মোটা নলটি দিয়া ট্যাংকটি জলপূর্ণ করা হয়। তলার নলটির সহিত রাস্তার মাটির নীচের বড় বড় মোটা নলগুলি সংযুক্ত থাকে। রাস্তার এই নলগুলির সহিত প্রত্যেক বাড়ীর অপেক্ষাকৃত সরু নলগুলি লাগান থাকে। ট্যাংকের তলার নল দিয়া জল স্বতঃই নামিয়া আসে এবং সমোচ্চশীলতা ধর্মবশতঃ উহা ট্যাংকের জলের উপরের তল পর্যন্ত উঠিতে চায়। ফলে, ঐ জল নলের মুখ দিয়া বেগে বাহির হইতে থাকে। নলের মুখে প্যাচকল আঁটিয়া জলের পতন নিয়ন্ত্রিত করা হয়। কলিকাতার মত বড় বড় শহরেও এই উপায়ে জল সরবরাহ হইয়া থাকে।

Q 9. State and prove some of the physical properties of water.

Ans. তরল অবস্থায় জলের কয়েকটি বিশেষ ধর্ম দেওয়া হইল—

(i) জলের নির্দিষ্ট আয়তন আছে, কিন্তু নির্দিষ্ট আকার নাই; যে পাত্রের
ধাকে তাহারই আকৃতি গ্রহণ করে।

(ii) জল সকল সময় চানুদিকে গড়াইয়া যায়।

(iii) চাপ দিলে জলের আয়তন বিশেষ হ্রাস প্রাপ্ত হয় না।

(iv) জল, উহার মধ্যস্থ কোন বিন্দুর উপর সকল দিক হইতেই সমান
ভাবে চাপ দেয়। পরীক্ষার জন্ত Q 5-এর উত্তর দেখ।

(v) জলের উপর চাপ দিলে, ঐ চাপ সকল দিকে সমান ভাবে বিস্তৃত হয়।
পরীক্ষার জন্ত Q 6-এর উত্তর দেখ।

(vi) জল সর্বদা নিজতল খুঁজিয়া থাকে। পরীক্ষার জন্ত Q 8-এর উত্তরের
প্রথমংশ দেখ।

(vii) জলের প্লাবিতা আছে। পরীক্ষার জন্ত, Q 7-এর উত্তর দেখ।

(viii) জল শব্দবহ। জলে ডুবিয়া কথা বলিলে বা কোন শব্দ করিলে
ঐ শব্দ স্পষ্টিতে পাওয়া যায়। জল শব্দবহ না হইলে এইরূপ হইত না।

Q 10. (i) Under what conditions do bodies float or sink ? (ii) Explain why an iron-ship floats on water though a piece of iron sinks in it.

Ans (i) কোন পদার্থকে জলে ডুবাঠলে উহার উপর দুইটি শক্তি কার্য
করে। (১) মাধ্যাকর্ষণ শক্তি উহাকে নিম্নদিকে আকর্ষণ করে, এবং (২)
পদার্থটির উপর জলের প্লাবিতা বা উর্ধ্বচাপ উহাকে উপরদিকে তোলিয়া তুলে।
যদি প্রথম শক্তি প্রবল হয়, তবে পদার্থটি ডুবিয়া নিম্নগামী হয়;
এবং যদি দ্বিতীয় শক্তি প্রবল হয়, অর্থাৎ পদার্থটির ওজন অপেক্ষা, পদার্থটির
সমায়তন জলের ওজন অধিক হয়, তবে পদার্থটি জলে ভাসিয়া উঠে।

(ii) এক টুকরা লোহার ওজন উহার সমায়তন জলের ওজন অপেক্ষা অধিক ; তাই লোহার টুকরাটি জলে ডুবে। কিন্তু লৌহনির্মিত বৃহদায়তন জাহাজের ওজন উহার সমায়তন জলের ওজন অপেক্ষা অনেক কম ; তাই উহা জলে ভাসে।

Q 11. Prove that air has weight.

Ans. একটি প্যাচকলযুক্ত কাচের গোলককে বাত-পাম্পের সাহায্যে বায়ুশূন্য করিয়া প্যাচকল দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করিবার পর, সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডে ওজন করিতে হইবে। তুলাদণ্ডের ভারসাম্য-অবস্থায় গোলকটির প্যাচ খুলিয়া দিলে, যে পাল্লার গোলকটি বসান আছে, তাহা নামিয়া পড়িবে। গোলকটির মধ্যে প্রবিষ্ট বায়ুর ওজন, বায়ুশূন্য গোলকটির ওজনকে বাড়াইয়া দিয়াছে। বায়ুর যে ওজন আছে, এই পরীক্ষা দ্বারা তাহা বুঝা গেল।

Q 12. Describe some experiment to prove the downward pressure of air.

Ans. দুইমুখ-খোলা একটি কাচের চোঙের একটি মুখ বাত-পাম্পের প্লেটের উপর বশাইয়া, প্লেট ও চোঙের সন্ধিস্থল ভেস্‌লিন দ্বারা বন্ধ করিতে হইবে। পরে চোঙের অন্য মুখটি, রবারের পাতলা চাদর দিয়া বন্ধ করিয়া, বাতপাম্প চালাইলে দেখা যাইবে যে, চোঙের মুখের রবারের চাদরটি চোঙটির ভিতরে নামিয়া যাইতেছে। বাত-পাম্প চালাইবার পূর্বে রবারের উপরে ও নীচে সমান ও বিপরীতমুখী চাপ পড়ায় রবার ঠিক সমতল অবস্থায় ছিল ; বাতপাম্প চালাইবার পর রবারের নিম্নস্থ বায়ুর উর্ধ্বচাপ কমিয়া যাওয়ায়, উপরিস্থ বায়ুর প্রবল নিম্নচাপে, মুখের রবার চাদর চোঙের মধ্যে প্রবেশ করিতেছে।

Q 13. What experiment would you make to prove the upward pressure of air ?

Ans. একটি কাচের গ্লাস কানায় কানায় জলপূর্ণ করিয়া, উহার মুখে এমন ভাবে একখণ্ড কাগজ লাগাইতে হইবে, যাহাতে উহার মধ্যে অতি অল্প বাতাসও প্রবেশ করিতে না পারে। এইবার ডানহাতে গ্লাসটি ধরিয়া, উহার মুখে বাঁ হাত চাপা দিয়া উপুড় করিলে দেখা যাইবে যে, বাঁ হাত সরাইয়া লইলেও জল পড়িতেছে না। কাগজের নিম্নস্থ বায়ুর অপেক্ষাকৃত অধিক উর্ধ্বচাপের ফলেই এইরূপ হইয়াছে।

Q 14. What do you mean by buoyancy of air and how will you prove it ? Or, What is a Baroscope and what does it prove ?

Ans. বাতাসের উর্ধ্বচাপকেই বাতাসের প্লাবিতা (Buoyancy) বলা হয়। যে-যন্ত্রের সাহায্যে বাতাসের এই প্লাবিতা পরীক্ষিত হয়, সেই যন্ত্রের নাম ব্যারোস্কোপ (Baroscope)। এই যন্ত্রে, একটি নিষ্ক্লিষ্ট তরুণ তরল পান্নার পরিবর্তে, একদিকে একটি কাঁচের কঁপা বল এবং অন্যদিকে উহারই সমান ওজনের একটি ছোট বাটখারা ঝোলান থাকে। সমস্ত যন্ত্রটি একটি বাত-পাম্পের প্লেটের উপর রাখিয়া একটি কাচপাত্র দিয়া ঢাকিয়া দেওয়া হয়। যতক্ষণ ভিতরে বাতাস থাকে ততক্ষণ উভয় দিকেই ওজন সমান বলিয়া কোনদিকেই নিষ্ক্লিষ্ট তরল ঝোঁক থাকে না। এইবার বাত-পাম্প চালাইয়া বায়ু বাহির করিয়া লইলে দেখা যাইবে যে, কাচের বলের দিকে নিষ্ক্লিষ্ট তরল ডাঙাটি ঝুঁকিয়া পড়িল। বায়ুর মধ্যে অবস্থানকালে, বলটির আয়তন বেশী বলিয়া, উহার উপর অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণে বায়ুর উর্ধ্বচাপ পড়িতেছিল। তাই বায়ু বহন মধ্যে বাটখারা ও বলের ওজন সমান হইলেও প্রকৃতপক্ষে বলটির ওজন বেশী। বায়ু সরাইয়া লইতেই উহা অধিক ভারে ঝুঁকিয়া পড়িল। এই প্রকারে প্রমাণিত হয় যে বায়ুর প্লাবিতা আছে।

Q 15. How would you show that sound propagates through air ?

Ans. বাত-পাস্পের প্লেটের উপর একটি মাঝারি রকমের টার্মিনাল (ঘড়ি) রাখিয়া একটি কাচের ঢাকনি দ্বারা উভয়দিকে ঢাকিয়া দিতে হইবে। ঢাকনি ও প্লেটের সন্ধিস্থলের ফাঁক, ভেস্‌লিন দ্বারা বন্ধ করিয়া বাতপাস্প ঢালাইলে বুঝা যাইবে যে ঘড়ির শব্দ ক্রমশঃ কমিয়া আসিতেছে। ভিতরের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বাহির হইয়া গেলে শব্দ একেবারেই শোনা যাইবে না। এইবার বায়ু পুনরায় প্রবেশ করাইতে থাকিলে শব্দ আবার ক্রমশঃ স্পষ্ট হইতে স্পষ্টতরভাবে শোনা যাইবে। বায়ুকে আশ্রয় করিয়া শব্দ পরিচালিত হয়—ইহাই তাহার প্রমাণ।

Q 16. Describe Torricelli's experiment on the measurement of atmospheric pressure. Or, What is a Barometer ? How is it constructed ? How can it help in measuring the atmospheric pressure ?

Ans. কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের চাপের পরিমাণ, যে-যন্ত্রের সাহায্যে নির্ণীত হয়, তাহাকেই বায়ুচাপমাপ যন্ত্র (Barometer) বলে। বৈজ্ঞানিক টরিসেল্লি যে-পরীক্ষা দ্বারা বায়ুর চাপ নির্ণয় করিয়াছিলেন, সেই পরীক্ষার সাহায্যেই সাধারণ বায়ুচাপমাপ যন্ত্র প্রস্তুত করা হয়।

তিন ফুট দীর্ঘ ও একমুখ-বন্ধ একটি কাচনল একরূপ ভাবে পারদে পূর্ণ করিতে হইবে যেন ভিতরে কিছুমাত্র বাতাস না থাকে। পারদপূর্ণ নলটির মুখ ডান হাতের বুড়া আঙুল দিয়া চাপিয়া, উগুড় করিয়া, একটি পারদপূর্ণ পাত্রের পারদের মধ্যে ডুবাইয়া ধরিলে দেখা যাইবে যে, নল হইতে কিছু পারদ বাহির হইয়া আসিল এবং পাত্রস্থ পারদের সমতল হইতে প্রায় ৩০ ইঞ্চি উপর পর্যন্ত একটি পারদ স্তম্ভ দাঁড়াইয়া থাকিল। এই অবস্থায় নলটিকে ক্ল্যাম্প (Clamp) দ্বারা আটকাইয়া

স্বভাবে দাঁড় করাইয়া রাখিলে, উহাই একটি সাধারণ বায়ুচাপমাপন যন্ত্র (Barometer) হইল।

এই যন্ত্রদ্বারা জানিতে পারা যায় যে বায়ুমণ্ডলের চাপের ফলে, কোন বায়ুশূন্য স্থানে, প্রায় ৩০ ইঞ্চি উচ্চ একটি পারদ স্তম্ভ দাঁড়াইয়া থাকিতে পারে। কোন স্থানের বায়ুমণ্ডলের চাপ ৩০ ইঞ্চি বলিলে, ঐ স্থানের প্রতি বর্গ-ইঞ্চিতে ঐ চাপ পড়িতেছে বুঝায় এবং উহা ৩০ বর্গ ইঞ্চি আয়তনের পারদস্তম্ভের ওজন হিসাবে প্রায় ১৫ পাউণ্ড বা ৭১০ সের।

Q 17. (i) What is Torricellian vacuum ? Is it a complete vacuum ?

(ii) How from a knowledge of Barometric pressure is the height of a place determined ?

(iii) State how the height of a Barometer can indicate the state of weather ?

(iv) How much atmospheric pressure is exerted over a body, the surface area of which is 15 Sq. ft. and how is it that the pressure is not felt ?

(v) What is meant by “The standard or normal atmospheric pressure of a place is 30 inches” ?

(vi) Give some instances of the benefits that we have derived from the presence of atmospheric pressure.

Ans. (i) সাধারণ বায়ুচাপমানযন্ত্রের পারদের উপরিস্থিত স্থানকেই টরিসেলির শূন্য স্থান (Torricellian vacuum) বলা হয়। ইহা সম্পূর্ণরূপে শূন্য নহে, ইহার মধ্যে কিয়ৎপরিমাণ পারদবাষ্প বর্তমান থাকে।

(ii) যতই উপরে উঠা যায়, ততই বায়ুর চাপ একটি নির্দিষ্ট পরিমাণে কমিতে থাকে। প্রথম ৯০০ ফিটে ১ ইঞ্চি কমে, পরবর্তী ১০০০ ফিটে আর ১ ইঞ্চি, তৎপরবর্তী ১১০০ ফিটে আরও ১ ইঞ্চি, এইরূপে উচ্চতার ক্রমবৃদ্ধির সহিত বায়ুর চাপের ক্রমশঃ হ্রাস দেখিতে পাওয়া যায়। সুতরাং কোন দুইটি স্থানের বায়ু-চাপমান যন্ত্রের উচ্চতা, অর্থাৎ বায়ু-চাপের পরিমাণ, জানা থাকিলে, একটি স্থান অপরাট হইতে কত উচে—তাহা বুঝিতে পারা যায়।

(iii) ঠাণ্ডা বাতাস অপেক্ষা গরম বাতাস হালকা; আবার যে বাতাসে জলীয়বাষ্প নাই তাহা অপেক্ষা, যে বাতাসে জলীয় বাষ্প আছে—তাহাও হালকা। এইজন্য বায়ু চাপমান যন্ত্রের পারদ যখন তাড়াতাড়ি নামিতে থাকে, তখন বুঝিতে হয় যে ঝড় বা বৃষ্টি আসিবার বেশী বিলম্ব নাই। কারণ, যন্ত্রের পারদ নামিয়া যাওয়াতে বুঝা যাইতেছে যে, বাতাসের চাপ কমিয়া গিয়াছে এবং উহা উত্তপ্ত ও জলীয় বাষ্পে পূর্ণ হইয়াছে। পক্ষান্তরে পারদ যখন উপরে উঠিতে থাকে, তখন সূন্দর ও পরিষ্কার দিন আসিবার বিলম্ব নাই বুঝিতে হয়। কারণ, বায়ুর চাপ বর্ধিত হওয়ায় বুঝিতে হইবে যে বায়ু শীতল ও শুষ্ক।

(iv) এক বর্গ ইঞ্চি স্থানের উপর বায়ুর চাপ = ১৫ পাউণ্ড,

সুতরাং এক বর্গ ফুটের উপর বায়ুর চাপ = ১৫×১৪৪ অর্থাৎ ২১৬০ পাউণ্ড, এবং ১৫ বর্গ ফুটের উপর বায়ুর চাপ = ২১৬০×১৫ অর্থাৎ ৩২৪০০ পাউণ্ড। যে মানুষের শরীরের বহিরায়তন ১৫ বর্গফুট, তাহার উপর ৩২৪০০ পাউণ্ড বায়ু-চাপ পড়ে। কিন্তু শরীরের ভিতর ও বাহির সবদিকেই বায়ু সমান ভাবে চাপ দেয় বলিয়া, সে সেই বায়ু-চাপের বোঝা অনুভব করিতে পারে না।

(v) সমুদ্রতলে, ৪৫° অক্ষাংশে ও শূন্যডিগ্রি (0°C) সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায়

**ESSENTIALS
OF
MATRICULATION SCIENCE**

পদার্থ-বিদ্যা

পদার্থ

Q 1. Explain the following terms—Atom, Molecule, Inter-molecular space, Molecular attraction.

Ans পরমাণু (Atom)—মৌলিক পদার্থ সমূহের সূক্ষ্মতম অংশকে পরমাণু বা Atom বলা হয়।

অণু (Molecule)—মৌলিক বা যৌগিক কোন পদার্থকে সূক্ষ্ম হইতে সূক্ষ্মতর অংশে ভাগ করিতে করিতে একরূপ অবস্থায় পৌঁছান যায়, যখন ঐ পদার্থের গুণ না ধর্ম অক্ষুণ্ণ রাখিয়া উহাকে আর বিভক্ত করা যায় না; পদার্থের এই ক্ষুদ্রতম অংশই অণু বা Molecule.

আণবিক ব্যবধান (Inter-molecular space)—পদার্থমাত্রই বহু-সংখ্যক অণুর সমবায় গঠিত। উহার পরস্পর দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন থাকিয়া পদার্থটি গঠিত করিয়াছে বলিয়া প্রতীয়মান হইলেও, বস্তুতঃ তাহা নহে; উহাদের পরস্পরের মধ্যে সূক্ষ্ম ব্যবধান থাকে। এই ব্যবধানকেই আণবিক ব্যবধান বা Inter-molecular space বলা হয়।

আণবিক আকর্ষণ (Molecular attraction)—প্রত্যেক পদার্থের মধ্যে আণবিক ব্যবধান আছে; তাই উহার অণুগুলি নিশ্চলভাবে না থাকিয়া উহার মধ্যে

চলিয়া বেড়ায় এবং পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণকেই আণবিক আকর্ষণ বা Molecular attraction বলা হয়।

Q 2. Define matter and show that it exists in three different states. Explain the effect of heat on the state of matter.

Ans. পদার্থ (Matter)—ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য এবং ওজনবিশিষ্ট বস্তুমাত্রকেই পদার্থ (Matter) বলা হয়। ইট, কাঁঠ, পাথর, জল, বায়ু—ইহারা সকলই পদার্থ।

আণবিক ব্যবধান, আণবিক আকর্ষণ ও আণবিক গতির হ্রাসবৃদ্ধির ফলে পদার্থের গঠন তিন প্রকার ; যথা—

(১) কঠিন (Solid)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ খুব বেশী, (ii) আণবিক গতিমাত্রা ও (iii) আণবিক ব্যবধান খুব কম ; কাজেই অণুগুলি জমাট বাঁধিয়া থাকে ; যেমন ইট, কাঁঠ, লোহা, বই, স্লেট ইত্যাদি।

(২) তরল (Liquid)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ কম, (ii) আণবিক গতি ও (iii) আণবিক ব্যবধান বেশী ; কাজেই ইহাদের অণুগুলি অপেক্ষাকৃত আলগাভাবে থাকে ; যেমন জল, হুধ, মধু ইত্যাদি।

(৩) বায়বীয় (Gas)—ইহাদের (i) আণবিক আকর্ষণ খুব কম, (ii) আণবিক গতি ও (iii) আণবিক ব্যবধান খুব বেশী ; সুতরাং অণুগুলি খুব স্বাধীনভাবে চলাফেরা করে এবং চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে ; যেমন বায়ু, স্টীম, হাইড্রোজেন ইত্যাদি।

উত্তাপ দিলে পদার্থের এই তিনটি অবস্থার ভিন্ন ভিন্ন রূপ পরিবর্তন হয়। কঠিন পদার্থে উত্তাপ দিলে উহাদের আণবিক গতি ও ব্যবধান বর্ধিত হয় এবং আণবিক আকর্ষণ উহাদিগকে কঠিন রাখিতে পারে না ; তখন উহারা তরল অবস্থায় পরিণত হয়। তরল পদার্থে তাপ দিলে উহাদের আণবিক গতি ও

বায়ু মণ্ডলের ~~ম~~ পরিমাণ চাপ পড়ে—তাহাই Standard বা Normal atmospheric pressure. এই অবস্থায় বায়ুচাপমানবস্তুর পারদস্তম্ভের উচ্চতা ৩০ ইঞ্চি এবং চাপ-পরিমাণ ১৪.৭৫ অর্থাৎ প্রায় ১৫ পাউণ্ড।

(vi) বায়ুমণ্ডলের চাপ আছে বলিয়া, উহার সাহায্যে আমরা অনেক কাজ করিয়া থাকি। সাইফোন (Syphon) নলের সাহায্যে তরল পদার্থকে একপাত্র হইতে অত্ৰপাত্রে লইয়া যাওয়া, পাম্পের সাহায্যে জলতোলা, পিচকারির ব্যবহার, কালিতোলা নলে কালিতোলা, দুধ জল প্রভৃতি চুষিয়া পান করা, দমকলের সাহায্যে আগুন নিবান, ট্রাম, মটর, রেল প্রভৃতি চলন্ত গাড়ি ভ্যাকুয়াম-ব্রেকের সাহায্যে হঠাৎ থামাইয়া দেওয়া প্রভৃতি নানাবিধ কার্য বায়ুর চাপ আছে বলিয়াই সাধিত হয়।

Q 18. State and prove the different physical properties of air.

Ans. (i) বায়ুর আকার ও আয়তন কিছুই নাই। যে পাত্রে থাকে তাহারই আকার ও আয়তন প্রাপ্ত হয়।

(ii) চাপদ্বারা বায়ু সংকুচিত হয়; চাপ সরাইয়া লইলে আবার পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

(iii) ইহার ওজন আছে। পরীক্ষার জন্ত, Q. 11-এর উত্তর দেখ।

(iv) বায়ু চাপ দেয়। পরীক্ষার জন্ত, Q. 12-এর উত্তর দেখ।

(v) ইহার প্রাণিতা আছে। পরীক্ষার জন্ত, Q. 14-এর উত্তর দেখ।

(vi) ইহা শব্দের বাহন। পরীক্ষার জন্ত, Q. 15-এর উত্তর দেখ।

পদার্থ-বিদ্যা

তাপ

Q 19. What is 'Energy'? In what different forms does it exist? Show by practical illustrations that energy may be changed from one form to another; (or, Explain what is meant by conservation of energy.)

Ans. (i) উত্তাপ, আলোক প্রভৃতিকেই আমরা শক্তি নাম দিয়া থাকি। পদার্থের উপরেই ইহাদের ক্রিয়া দেখা যায়। ইহাদের গুজন নাই এবং এই হিসাবে ইহারা পদার্থ হইতে পৃথক্।

(ii) শক্তি নানা প্রকারের;—(১) যান্ত্রিকশক্তি (Mechanical energy), (২) তাপশক্তি (Heat energy), (৩) আলোকশক্তি (Light energy), (৪) শব্দশক্তি (Sound energy), (৫) চুম্বকশক্তি (Magnetic energy), (৬) তড়িৎশক্তি (Electric energy); (৭) রাসায়নিকশক্তি (Chemical energy)।

(iii) জগতে শক্তির উৎপত্তি ও বিনাশ নাই; ইহাকেই শক্তির “সনাতনতা” বা Conservation of energy বলা হয়। শক্তি একরূপ হইতে অপরূপে পরিণত হইতে পারে, কিন্তু বিনষ্ট হয় না। নিম্নলিখিত উদাহরণ দ্বারা ইহা স্পষ্ট বুঝা যাইবে—

(১) এঞ্জিনের ভিতরের তাপশক্তি, এঞ্জিনের গতিরূপ যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হয়। (২) দুই হাত পরস্পর ঘষিলে তাপ অনুভূত হয়; ইহাতে যান্ত্রিক

শক্তি অল্পশক্তিতে পরিণত হইতেছে। (৩) তড়িৎশক্তিতে ট্রাম চলে ও পাথঃ ঘোরে ; ইহাতে তড়িৎ শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হইতেছে। (৪) ডাইনামো (Dynamo)তে ষ্টীম-এঞ্জিনের যান্ত্রিক গতিশক্তি তড়িৎ উৎপন্ন করে, অর্থাৎ তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। (৫) স্টোরেজ সেল (Storage cell)এ রাসায়নিক শক্তি তড়িৎশক্তির রূপ প্রাপ্ত হয়। এইরূপে একশক্তি অল্পশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, কিন্তু বিনষ্ট হয় না।

Q. 20. Define temperature and describe the process of constructing and graduating a thermometer.

Ans. (i) এক পদার্থ হইতে অল্প পদার্থে তাপ প্রবাহিত হইয়া যাইবে, অথবা দ্বিতীয়টি হইতে প্রথম পদার্থে তাপ আসিবে—ইহা ঘণাবা নির্ণীত হয়, তাহাই তাপমাত্রা বা Temperature.

(ii) তাপমাত্রা নির্ণয় কবিবাব জন্ত যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহা তাপমাত্রা যন্ত্র বা Thermometer। ইহাব নির্মাণ প্রণালী এইরূপ—

একসঙ্গে একটি চোঙ এবং অল্পদিকে একটি গোলক (Bulb)যুক্ত অতি সূক্ষ্ম-ছিদ্রের একটি কাচনল লইতে হইবে। চোঙে কিছু বিশুদ্ধ পারদ ঢালিয়া দিয়া গোলকটি পর্যায়ক্রমে উত্তপ্ত ও শীতল করিতে থাকিলে, চোঙের পারদ নলেব ছিদ্র দিয়া নামিয়া আসিয়া, গোলকটিকে পূর্ণ কবিবে। গোলকটিতে উত্তাপ দিতে থাকিলে নলেব অভ্যন্তরস্থ বায়ু ক্রমশঃ বাহির হইয়া গিয়া নলেব ছিদ্রটি যখন পারদ-বাষ্পে পূর্ণ হইয়া যাইবে, তখন উপবেব চোঙটি ভাঙিয়া দিয়া ঐ ভগ্ন মুখটি জুড়িয়া দিতে হইবে। এইবার ইহার গাত্র, ডিগ্রি প্রভৃতি চিহ্নে চিহ্নিত করিবার জন্ত—গোলকটিকে (Bulb) গলন্ত বরফের মধ্যে কিছুক্ষণ ডুবাইয়া রাখিয়া, পারদ যেখানে স্থির থাকে, তথায় একটি দাগ দিতে হয়। পবে ফুটন্ত জলে ডুবাইলে পারদ যেখানে স্থির থাকে, সেখানেও একটি দাগ দিতে হয়। এইবার প্রথম দাগটিকে শূন্য '0' এবং দ্বিতীয়টিকে '১০০' ধরিয়া এই উভয়ের

মধ্যবর্তী স্থানটিকে সমশতাংশে ভাগ করিয়া এক একটি দাগ কাটিয়া দিলেই থার্মোমিটার (Centigrade) নির্মিত হইল।

Q. 21. (a) Describe the different kinds of thermometer and (b) state why mercury is chosen for use in the construction of a thermometer.

Ans. (a) নিম্নে কয়েকটি বিশেষ তাপমাত্রাযন্ত্রের বর্ণনা প্রদত্ত হইল।
উহারা ভিন্ন ভিন্ন দেশে ভিন্ন ভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হইয়া থাকে—

(১) সেন্টিগ্রেড (Centigrade) থার্মোমিটার—ইহাতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রা শূন্য (0) ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা ১০০ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমশতাংশে ভাগ করা হয়।

(২) ফারেনহাইট (Fahrenheit) থার্মোমিটার—ইহাতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রাকে ৩২ ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রাকে ২১২ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমান ১৮০ ভাগে ভাগ করা হয়।

(৩) রেয়ার (Rhoemar) থার্মোমিটার—ইহাতে গলন্ত বরফের তাপমাত্রা শূন্য (0) ডিগ্রী এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা ৮০ ডিগ্রী ধরিয়া মধ্যবর্তী স্থানকে সমান ৮০ ভাগে ভাগ করা হয়।

(৪) শারীর (Clinical) থার্মোমিটার—ইহা ফারেনহাইট থার্মোমিটারের অনুরূপ ; কেবল এইমাত্র প্রভেদ যে—

(i) গোলক ও নলের সংযোগস্থলে নলের মুখটি সরু ; ফলে শরীরাদির তাপে পারদ বেগে সরু মুখের মধ্য দিয়া গোলক হইতে নলের মধ্যে বাইতে পারে। কিন্তু শরীর হইতে সরাইয়া আনিলে সংকোচন হয় বলিয়া পারদ সরু স্থানটিতে ছিঁড়িয়া যায়। নলের পারদ গোলকে নামিয়া আসিতে না পারিয়া তথায় পূর্ববৎ থাকিয়া যায়। সুতরাং শরীর হইতে সরাইয়া আনিলেও উহা মধ্যস্থ তাপমাত্রা নির্দেশ করে।

(ii) ইহাতে 20° হইতে 110° পর্যন্ত দাগ থাকে এবং এক একটি ডিগ্রী পরিমিত স্থান সমান পাঁচ ভাগে ভাগ করা থাকে।

(iii) 20° ডিগ্রী দাগের উপর একটি তীর-চিহ্ন থাকে; উহা আমাদের সূস্থপরীরের তাপনির্দেশক।

(b) নিম্নোক্ত কতকগুলি কারণ বশতঃ তাপমান যন্ত্রে পারদ ব্যবহৃত হইয়া থাকে :—

- (১) উহা তরল ; (২) উহা উজ্জ্বল ; (৩) উহাদ্বারা কাচ আর্ট হয় না ;
- (৪) অতিউচ্চ ও অতিনিম্ন মাত্রা পর্যন্ত তাপ ইহার দ্বারা নির্ণয় করা যায় ;
- (৫) ইহার তাপ পরিবহন শক্তি অপেক্ষাকৃত অধিক।

Q. 22. Show that solids expand when heated.

Ans. উদ্ভূত হইলে কঠিন পদার্থের আয়তন যে বর্ধিত হয়, তাহা এই প্রকারে দেখান যাইতে পারে ;—পিতলের এমন একটি রিং (Ring) ও বল (Ball) লইতে হইবে যেন সাধারণ অবস্থায় বলটি রিংয়ের গা ঘেঁসিয়া উহার মধ্যে ষা তায়াক করিতে পারে। এখন বলটিকে উদ্ভূত করিলে দেখা যাইবে যে বলটি রিংয়ের মধ্যে আর প্রবেশ করিতেছে না। তাপ পাইয়া বলের আয়তন বৃদ্ধি পাইয়াছে বলিয়াই এইরূপ হইয়াছে। উদ্ভূত বলটিতে জল ঢালিয়া শীতল করিলে উহা পুনরায় পূর্বের আয়তন প্রাপ্ত হইবে এবং পূর্বের স্থায় রিংয়ের মধ্যে ষা তায়াক করিবে।

Q. 23. What is a Pendulum clock ? How is it compensated ?

Ans. (i) লোহার বা সীসার একটি ছোট বল একগাছি সরু সূতায বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিলেই একটা সরল দোলক (Simple Pendulum) প্রস্তুত হয়। দোলকের দৈর্ঘ্য বাড়িলে দোলনের সময় বেশী ও কমিলে ঐ সময় কম লাগে। দোলনের সময় দোলকের ভার বা দোলনের বিস্তারের (Amplitude) উপর নির্ভর করে না। দোলক সাহায্যে যে ঘড়ি নির্মিত হয়—তাহাই দোলকঘড়ি বা Pendulum-

clock। ইহার দোলক ধাতুনির্মিত, এবং দোলকের দৈর্ঘ্য একরূপ পরিমাণে করা হয়, যাহাতে বলটি ১ সেকেন্ডে সম্পূর্ণরূপে এখার হইতে ওখারে যায়।^১ ছলিবার সময় যাহাতে দোলনের বিস্তার (Amplitude) কমিয়া না যায় এইজন্ত একটি স্প্রিং, নিয়মিত সময় পরপর দোলকটিকে ধাক্কা দিতে থাকে। দোলকের সহিত একটি চাকা একরূপভাবে লাগান থাকে যাহাতে দোলকটি একবার এখার হইতে ওখারে ছলিলে, (অর্থাৎ ১ সেকেন্ডে) চাকাটি একঘর ঘোরে। এই চাকা ৬০ ঘর ঘুরিলে উহার সহিত সংযুক্ত মিনিটের কাঁটার চাকা একঘর ঘোরে। মিনিটের চাকার সহিত ঐরূপ ঘণ্টার কাঁটার চাকা যুক্ত থাকে। এইরূপে দোলকটির দোলনের ফলে ঘড়িতে ঘণ্টা, মিনিট প্রভৃতি সূচিত হয়।

(ii) ঘড়ির দোলক ধাতুনির্মিত বলিয়া উহার দৈর্ঘ্য সকল সময় একরূপ থাকে না। শীতকালে উহা কমিয়া বা ওয়ায় ঘড়ি দ্রুত (Fast) চলে এবং গ্রীষ্মকালে উহা বর্ধিত হওয়ায় ঘড়ি ধীরে (Slow) চলে। এইজন্ত ভাল ভাল ঘড়িতে শীত গ্রীষ্ম সব ঋতুতেই ঘড়ির দৈর্ঘ্য সমান রাখিবার জন্ত একপ্রকারের দোলক ব্যবহৃত হয়। উহাকে প্রতিনিব্বিহিত বা সংশোধিত (Compensated) দোলক (Pendulum) বলা হয়।

সাধারণতঃ ইহাতে পাঁচটি লোহার শিক ও চারিটি পিতলের শিক পরপর এমনভাবে সাজান থাকে, যাহাতে তাপবৃদ্ধির সংগে সংগে লোহার শিকগুলি দৈর্ঘ্যে বাড়িয়া যতখানি নিচের দিকে নামে পিতলের শিকগুলি দৈর্ঘ্যে বাড়িয়া ততখানি উপরদিকে উঠে; আবার তাপ কমিলে, লোহার শিকগুলি দৈর্ঘ্যে কমিয়া যতখানি উপরে উঠে, পিতলের শিকগুলি দৈর্ঘ্যে কমিয়া ততখানি নীচে নামে। এইরূপে তাপের হ্রাসবৃদ্ধিতেও গোলকের দৈর্ঘ্য একভাবে থাকে এবং ঘড়ি ঠিকভাবে চলে।

Q. 24. What are the effects of heat on water ? What is the difference between evaporation and boiling ? Define condensation. Show that water expands when heated.

Ans. (i) জলের উপর তাপের তিনটি প্রভাব লক্ষিত হয়—(১) তাপে জল গরম হয় (২) তাপমাত্রার হ্রাসবৃদ্ধিতে জলের অবস্থার পরিবর্তন ঘটে এবং (৩) তাপের প্রভাবে উহার আয়তনও বধিত হয়।

(ii) বাষ্পীভবন (Evaporation)—সাধারণ তাপমাত্রায় জলাশয়ের উপরিভাগের জলের বাষ্প হওয়াকে বাষ্পীভবন বা Evaporation বলে।

ক্ষুটন (Boiling)—অধিক তাপমাত্রায় জল ফুটে থাকিলে ভিতরে ও বাহিরে সবত্রই জল বাষ্পে পরিণত হইতে থাকে। ইহাকে ক্ষুটন বা Boiling বলা হয়।

(iii) ঘনীভবন (Condensation)—ঠাণ্ডা লাগিয়া বায়বীয় পদার্থের তরল অবস্থায় পরিণত হওয়াকে ঘনীভবন বা Condensation বলা হয়।

(iv) সক্র-নল-ওয়ালা মুখ বিশিষ্ট একটি কাচ কুপির (Flask) নলের কিয়দংশ পর্যন্ত জলে পূর্ণ করিয়া তাপ দিতে থাকিলে দেখা যাইবে যে—জল নলের মধ্য দিয়া ক্রমেই উপরে উঠিতেছে। বুঝা গেল, তাপে জলের আয়তন বাড়িয়া গিয়াছে।

Q. 25. What are the effects of heat on air ?
How would you prove that air expands when heated ?

Ans. (i) তাপের প্রভাবে বায়ুর নিম্নলিখিত পরিবর্তন ঘটে—(১) তাপ দিলে বায়ু গরম হয় ; (২) গরম বায়ু লবু বলিয়া উপরে উঠে ; (৩) তাপ বাতির করিয়া লইলে বায়ু শীতল হয় ; (৪) শীতল বায়ু গুরু বলিয়া নিচে নামে ; (৫) তাপ দিলে বায়ু সম্প্রসারিত হইয়া আয়তনে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়।

(ii) খুব সক্র নলবিশিষ্ট একটি কাচের ফ্লাস্ক লইয়া উহার সক্র নলের মধ্যে এমন ভাবে একবিন্দু লাল কালি প্রবেশ করাও, যেন উহা ফ্লাস্কের মুখের ঠিক উপরে একটা লাল রেখার মত হইয়া দাঁড়ায়। এইবার ফ্লাস্কের গোলকটিতে তাপ দিলে দেখা যাইবে যে কালির দাগটি দ্রুত উপরে উঠিতেছে। ফ্লাস্কের

গোলাকর মধ্যস্থিত বায়ুর আয়তন বর্ধিত হওয়ায় কালির রেখাকে উপরে তুলিয়া দিতেছে। সুতরাং তাপে বায়ুর আয়তন বর্ধিত হয় বুঝা গেল।

Q.26 . Explain with suitable experiment the process of ventilation.

Ans. নিঃশ্বাস গ্রন্থাসে এবং অল্প নানা কারণে ঘরের বাতাস দূষিত ও উত্তপ্ত হয় এবং লঘু হইয়া উপরে উঠে এবং তাহার স্থান পূর্ণ করিবার জন্ত বাহিরের শীতল ও ভারী বাতাস নীচে জানালা দরজা দিয়া প্রবেশ করে। এইরূপে ঘরের মধ্যে সবদাই একটি বায়ু-প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই বায়ু চলাচলকে **ভেন্টিলেসন (Ventilation)** বলা হয়। **ভেন্টিলেসন (Ventilation)** বাহাতে স্বচাৰুৰূপে চলে তজ্জন্ত ঘরে দরজা, জানালা প্রভৃতি রাখা হয় এবং ঠিক ছাদের নিচে **ফোকর (Ventilator)** রাখা হয়।

ঘরের মধ্যে যে এইরূপ বায়ু প্রবাহের সৃষ্টি হয় তাহা নিম্নলিখিত উপায়ে প্রমাণ করা যায়;—একটি ঘর কিছুক্ষণ সম্পূর্ণ বন্ধ রাখার পর উহার দরজার তলে এবং উপরে দুইটি জ্বলন্ত মোমবাতি রাখিয়া দরজা খুলিয়া দিলে দেখা যাইবে যে উপরের বাতিটির শিখা বাহিরের দিকে আসিতেছে এবং নিচের বাতিটির শিখা ঘরের ভিতরের দিকে যাইতেছে। ভিতরের গরম এবং লঘু বাতাস উপর দিয়া বাহিরে আসিতেছে এবং বাহিরের শীতল ও ভারী বাতাস তাহারই স্থান পূর্ণ করিবার জন্ত নিচের দিক দিয়া ঘরের মধ্যে ঢুকিতেছে বলিয়া এইরূপ হইয়াছে।

Q. 27. Describe with illustrations the different modes of transmission of heat.

Ans. তিনরকমে তাপের চলাচল ঘটিয়া থাকে—(১) **পরিবহন (Conduction)**; (২) **পরিচলন (Convection)** এবং (৩) **বিকীর্ণণ (Radiation)**; নিম্নে এই তিনটি উপায়ের প্রত্যেকটির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেওয়া হইল :—

(১) **পরিবহন (Conduction)**—তাপ যখন কোন পদার্থের অণুগুলিকে স্থানচ্যুত না করিয়া, উহাদিগকে পরপর উত্তপ্ত করিতে করিতে পদার্থটির তপ্ত স্থান হইতে শীতল স্থানে প্রবাহিত হইয়া আসে, তখনই তাপের পরিবহন (Conduction) হইয়া থাকে।

একটি লোহার শিকের একপ্রান্ত হাতে ধরিয়া অগ্র প্রান্তটি উত্তপ্ত করিলে কিছুক্ষণ পরে বুঝিতে পারা যায় যে তাপ হাত পর্যন্ত চলিয়া আসিয়াছে, অথচ লোহার শিকটির কোন অংশই স্থানচ্যুত হয় নাই। ইহাই তাপের পরিবহনের উদাহরণ।

(২) **পরিচলন (Convection)**—তাপ লাগিবার ফলে উত্তপ্ত, কোন পদার্থের অণুগুলি স্থান হইতে স্থানান্তরে যাইবার ফলে, একস্থান হইতে তাপের অগ্রস্থানে যাওয়াকেই, তাপের পরিচলন বলা হয়।

কোন একটি কাচের পাত্রে জল লইয়া, উহাতে একটু ম্যাগ্নেটা রঙের গুঁড়া ফেলিয়া দিয়া পাত্রে তলায় তাপ দিলে দেখা যায় যে পাত্রের জলে দুইটি স্রোত চলাচল করিতেছে। তলদেশ হইতে উপরে উঠিয়া একটি বামে এবং অপরটি দক্ষিণে হেলিয়া দুই দিকে এক একটি করিয়া দুইটি কুণ্ডলীর সৃষ্টি করিয়াছে। ইহাই পরিচলন স্রোত বা Convection Current। তাপ পাইয়া তলার জলের অণুগুলি গরম ও হালকা হইয়া উপরে উঠিয়া যায় এবং উপরের জলের শীতল ও ভারি অণুগুলি নিচে নামিয়া আসিয়া তাহাদের স্থান পূরণ করিতে থাকে। এই প্রকারে তাপ পরিচলনের ফলে পরিচলন স্রোতের সৃষ্টি হয়।

(৩) **বিকীর্ণন (Radiation)**—মধ্যবর্তী পদার্থের অণুগুলিকে উত্তপ্ত না করিয়াই তাপ যখন একস্থান হইতে অগ্রস্থানে সঞ্চারিত হয়, তখন তাপের বিকীর্ণন হইয়াছে বলা হয়। বিকীর্ণনের ফলে তাপ সকল দিকেই সমল রেখা ক্রমে সঞ্চারিত হয়।

উনানের আগুনের কাছে দাঁড়াইলে আমরা তাপ অনুভব করিয়া থাকি ; কিন্তু একটি পর্দা দ্বারা আড়াল করিলেই ঐ তাপ আর অনুভূত হয় না ; সুতরাং

মধ্যবর্তী বায়ু উত্তপ্ত হয় নাই বলিয়া উমানের আগুনের তাপ, বিকীর্ণপ্রণালীতে আমাদিগের নিকট সঞ্চালিত হইয়া আসিয়াছে বুঝিতে হইবে।

Q. 28. Describe some experiment to show that different materials conduct heat differently.

Ans. একটি টিনের পাত্রের (Trough) গায়ে সমস্বত্রে কয়েকটি ছিদ্র করিয়া উহাদের ভিতর দিয়া কয়েকটি সমান আকারের ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের শিক, বাহির হইতে সমান ভাবে ভিতরে প্রবেশ করাইতে হইবে এবং ছিদ্রগুলি যাহাতে সম্পূর্ণরূপে বদ্ধ হইয়া যায় তাহার ব্যবস্থা করিতে হইবে। এইবার শিকগুলির বাহিরের অংশে সমান দূর পর্যন্ত মোম লাগাইয়া, পাত্রটি ফুটন্ত জলে পূর্ণ করিলে দেখা যাইবে যে, তাপ পরিবাহিত হইয়া মোমগুলিকে গলাইয়া দিতেছে বটে, কিন্তু সকল শিকের মোম একসঙ্গে এবং একই পরিমাণে গলিতেছে না; কাহারও মোম আগে এবং কাহারও মোম পরে গলিতেছে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে, ভিন্ন ভিন্ন দ্রব্যের তাপ পরিবহন শক্তি ভিন্ন পরিমাণের।

পদার্থ-বিদ্যা

আলোক

Q. 29. Explain with suitable experiment the rectilinear propagation of light.

Ans. আলোক সরল রেখা ক্রমে চলে। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা সহজে প্রমাণ করিতে পারা যায়। একটি বাতিদানে মোমবাতি বসাইয়া, উহার সম্মুখে পিজবোর্ডের তিনটি পর্দা রাখিয়া তিনটি পর্দাতেই এক একটি করিয়া হ্রদ ছিদ্র করিতে হইবে। এইবার পর্দাগুলিকে এপাশে ওপাশে সরাইয়া ছিদ্র তিনটিকে এক সরল রেখায় সাজাইলে, তৃতীয় পর্দার পশ্চাৎ হইতে আলোক দেখা যাইবে। কিন্তু ছিদ্রগুলি এক সরল রেখায় না থাকিলে আলোক দেখা যাইবে না। ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে আলোক বাকিয়া যাইতে পারে না; উহা সরল রেখা ক্রমে চলে।

Q. 30. What is reflection? What are the several laws that govern the process of reflection? Explain the phenomenon with suitable experiment.

Ans. (i) **প্রতিফলন (Reflection)**—এক-পদার্থের মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে আলোক যখন অত্র কোন পদার্থের মসৃণ পৃষ্ঠের উপর পতিত হয়, তখন ঐ আলোকের কিয়দংশ প্রতিহত হইয়া ভিন্ন দিকে ফিরিয়া আসে। ইহাই আলোকের **প্রতিফলন (Reflection)**।

(ii) **প্রতিফলনের নিয়ম (Laws of reflection)**—(১) আপতিত রশ্মি এবং প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্বের (Normal) সহিত সমান কোণ উৎপন্ন করে।

(২) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং অভিলম্ব (Normal) এক সমতলে অবস্থান করে।

পরীক্ষা—কোন অন্ধকার ঘরের জানালায় সরু ছিদ্র দিয়া আগত সূর্যরশ্মিকে কোন দর্পণের মস্তণ পৃষ্ঠের উপর ফেলিলে দেখা যায় যে ঐ আলোক রশ্মি ভিন্ন-দিকে ঝাঁকিয়া গিয়াছে। আপতন বিন্দুতে একটি অভিলম্ব (Normal) টানিলে দেখা যাইবে যে রশ্মিদ্বয় উহার সহিত সমান সমান কোণ উৎপন্ন করিয়াছে এবং উহার অভিলম্বের সহিত এক সমতলে অবস্থিত রহিয়াছে।

Q. 31. What is refraction? What are the several laws that govern the process of refraction? Explain the phenomenon with suitable experiments.

Ans. (i) **প্রতিসরণ (Refraction)**—সরল রেখাক্রমে এক প্রকৃতির স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়া চলিতে চলিতে আলোক রশ্মি বখন কোন ভিন্ন প্রকৃতির স্বচ্ছ পদার্থের সন্মুখীন হয়, তখন উহা ঝাঁকিয়া যায় এবং ভিন্ন রেখায় শেষোক্ত পদার্থটির মধ্য দিয়া চলিতে আরম্ভ করে। শেষোক্ত পদার্থের মধ্যে আলোর এই গতিপথের পরিবর্তনকেই আলোর **প্রতিসরণ (Refraction)** বলা হয়।

(ii) **প্রতিসরণের নিয়ম (Laws of refraction)**—(১) আপতন কোণ বড় বা ছোট হইলে প্রতিসরণ কোণও নির্দিষ্ট অনুপাতে বড় ও ছোট হইয়া থাকে।
(২) হালকা পদার্থ হইতে ঘন পদার্থে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ - কোণ আপতন কোণ হইতে কম হয় এবং বিপরীতে বিপরীত প্রকার হইয়া থাকে।
(৩) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং অভিলম্ব এক সমতলে অবস্থিত থাকে।

পরীক্ষা—টেবিলের উপর শাদা কাগজ পাতিয়া তাহার উপর একটি আয়তাকার পুরু কাচ (Glass Slab) রাখিয়া, কাগজের উপর কাচের চারিদিকে পেন্সিল দিয়া দাগ কাটিয়া দিতে হইবে। এইবার কাচটির সামনের

দিকে কাগজের উপর একটির পিছনে আর একটি এইরূপে দুইটি পিন পুতিয়া কাচের পিছনে কাগজের উপর আর দুইটি পিন এমনভাবে পুতিতে হইবে যেন পিছন হইতে কাচের ভিতর দিয়া দেখিলে সামনের দুইটি ও পিছনের দুইটি পিন এক সরল রেখায় দেখিতে পাওয়া যায়। এইবার কাচটি সরাইয়া লইয়া সামনের ও পিছনের দুইটি দুইটি পিনের তলদেশ দুইটি সরল রেখার দ্বারা যোগ করিয়া কাচের সীমারেখার সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে এবং এই সংযোগ বিন্দু দুইটিও একটি সরল রেখার দ্বারা সংযুক্ত করিতে হইবে। এই প্রকারে পিন হইতে আলোক বাতাসের মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে কাচের মধ্যে প্রবেশ করিয়া কিরূপ বাঁকিয়া গেল, এবং উহাও আবার বাতাসে বাহির হইয়া কিরূপে কোন্ দিকে বাঁকিল, তাহা ঐ পরস্পর-সংযুক্ত সরলরেখা তিনটি নির্দেশ করিবে। এইবার আপতন বিন্দু দুইটিতে অভিলম্ব (Normal) টানিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—

(১) বাতাস হইতে কাচে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা কম ; এবং কাচ হইতে বাতাসে প্রবেশ করিবার সময় আলোকের প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা বেশি। বাতাস অপেক্ষা কাচ ঘন হওয়ায়—এইরূপ হইয়াছে।

(২) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থিত।

(৩) আপতন কোণ বাড়াইয়া বা কমাইয়া এই পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে প্রতিসরণ কোণও নির্দিষ্ট অনুপাতে বাড়িতেছে বা কমিতেছে।

Q. 32. What experiment would you make to show that sun-light is composed of seven colours ?

Ans. সাধারণতঃ হর্যের আলোকে আমরা একটিমাত্র রঙ দেখি এবং লাল, নীল প্রভৃতির মত শাদাকেও একটি পৃথক্ রঙ মনে করিয়া থাকি। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে শাদা বলিয়া কোনও মৌলিক রঙ নাই ; উহা লাল, নীল প্রভৃতি

সাতটি রঙের সংমিশ্রণ মাত্র। নিম্নে-বর্ণিত উপায়ে ইহা প্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটি অন্ধকার ঘরের জানালার স্থান ছিদ্র দিয়া সূর্যরশ্মি ঘরের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া একটি অস্বচ্ছ পর্দার উপর ফেলিলে দেখা যায় যে ছিদ্র হইতে আলোক সরলরেখাক্রমে পর্দার উপর আসিয়া পড়িয়াছে। এইবার এই আলোর পথে একটি কাচের প্রিজম (Prism) রাখিলে দেখা যায় যে আলোর রেখা বাঁকিয়া গিয়াছে এবং বিভিন্ন রঙের আলো বিস্ফিট হইয়া বেগুনী, গাঢ় নীল, নীল, সবুজ, হলদে, নারান্ধী এবং লাল—এই সাতটি রঙের বর্ণ-ছটা পর্দার উপর প্রকাশ পাইয়াছে। এই বর্ণ-সপ্তকের নাম বর্ণালী (Spectrum)। বর্ণালীতে সাতটি রঙ—বেগুনী (Violet), গাঢ়নীল (Indigo) নীল (Blue), সবুজ (Green), হলদে (Yellow), নারান্ধী (Orange) লাল (Red)—এই ক্রমে সজ্জিত থাকে।

Q. 33 Describe Newton's theory of colours.

Ans. সূর্যালোকে যে সাতটি রঙ বর্তমান উহারাই পদার্থ বিশেষকে বর্ণযুক্ত করার প্রধান কারণ। পদার্থ দুই রকম—স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ। স্বচ্ছ (Transparent) পদার্থের মধ্য দিয়া আলোক যাতায়াত করিতে পারে এবং অস্বচ্ছ (Opaque) পদার্থের মধ্য দিয়া আলোক যাতায়াত করিতে পারে না। অস্বচ্ছ পদার্থগুলি যে রঙের আলোক প্রতিফলিত করে, তাহাদিগকে সেই রঙ-বিশিষ্ট দেখায় এবং স্বচ্ছ পদার্থগুলি উহাদের মধ্য দিয়া যে রঙের আলোককে চলিতে দেয়, উহাদিগকে সেই রঙ-বিশিষ্ট দেখায়। জ্বাফুল অস্বচ্ছ পদার্থ, এবং ইহা সূর্যালোকের সব রঙকেই গুমিয়া লইয়া কেবল লাল রঙটিকেই প্রতিফলিত করে। তাই জ্বাফুলকে লাল দেখায়। গাঁদাফুল অস্বচ্ছ পদার্থ; ইহা সূর্যালোকের সব রঙকেই গুমিয়া কেবল হলদে রঙটিকেই প্রতিফলিত করে। তাই গাঁদাফুলকে হলদে দেখায়। অগ্নাত্ত রঙের অস্বচ্ছ পদার্থের ব্যাপারও এইরূপ। অস্বচ্ছ পদার্থটি যখন সূর্যের

সকল রঙ, শুষ্কিমা লয়, তখন উহাকে কালো দেখায়, এবং কিছুমাত্র শোষণ না করিয়া যখন সব রঙগুলিকেই প্রতিফলিত করে তখন উহাকে শাদা দেখায়। নীল কাচ স্বচ্ছ পদার্থ। উহা নীল দেখায় তাহার কারণ এই যে উহা অন্ত্য সব রঙের রশ্মিগুলিকে শুষ্কিমা লইয়া কেবল নীল রঙের আলোককেই উহার ভিতর দিয়া বাইতে দেয়। কাল কাচ সব রঙের রশ্মিগুলিকেই শুষ্কিমা লয় এবং শাদা কাচ কোনটিকেই শোষণ করিতে পারে না, সকল রঙের রশ্মিকেই ভিতর দিয়া বাইতে দেয়। কাচের দ্বারা অল্প স্বচ্ছ পদার্থের ব্যাপারও এইরূপ।

Q. 34. Explain the formation of 'Rain-bow'.

Ans. বৃষ্টির ঠিক পূর্বে বা পরে গুঁড়ি গুঁড়ি জলকণা আকাশে ভাসিয়া বেড়ায়। সূর্যরশ্মি ঐ জলকণার ভিতর প্রবেশ করিবার সময় বিভিন্ন রঙের আলোকে বিশ্লিষ্ট হইয়া প্রতিফলিত হয়। ঐ প্রতিফলিত রশ্মিগুলি আবার জলকণার পিছন হইতে প্রতিফলিত হইয়া জলকণার ভিতর দিয়া বাতাসের মধ্যে প্রতিফলিত হয়। এই প্রতিফলিত রশ্মিগুলি বনন আমাদের চোখে আসিয়া পড়ে, তখনই আমরা ঐ বিশ্লিষ্ট বর্ণগুলিকে আকাশের গায়ে রামধনুস্বরূপে দেখিতে পাই।

আপতিত রশ্মির সহিত 82° কোণ করিয়া লাল রশ্মি বাহির হয় এবং আপতিত রশ্মির সহিত 80° কোণ করিয়া বেগুনীরঙের রশ্মি বাহির হয়। অন্ত্যান্ত রঙের রশ্মিগুলি যে কোণ করিয়া বাহির হয় তাহা 80° — 82° ডিগ্রীর ভিতরে। কোন স্থানে দাঁড়াইলে 82° কোণ করিয়া যে অর্ধবৃত্ত চোখে পড়ে তাহাতে কেবল লাল রঙই দেখিতে পাওয়া যায়; এবং 80° কোণ করিয়া যে অর্ধবৃত্ত চোখে পড়ে তাহাতে বেগুনী রঙই দেখিতে পাওয়া যায়। এই জন্তই রামধনুর উপরদিকে লাল এবং নিচের দিকে বেগুনী রঙ দেখা যায় এবং রামধনুর আকৃতি অর্ধবৃত্তাকার হইয়া থাকে।

পদার্থ-বিদ্যা

তড়িৎ

Q. 35. Describe a simple Voltaic cell. What are its defects and how to remove them ?

Ans. (i) বৈজ্ঞানিক ভল্টা সাধারণ তড়িৎকোষ (Simple cell) 'আবিষ্কার করেন ; তাই সাধারণ তড়িৎকোষকে ভল্টার তড়িৎকোষ বলা হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে এই তড়িৎকোষ নিমিত হইয়া থাকে।

একটা কাচের মোটা পাত্রে খানিকটা জলমিশ্রিত সালফিউরিক এ্যাসিড্ (৮ ভাগ জলে ১ ভাগ এ্যাসিড্) ঢালিয়া দিয়া উহার এক ধারে একটি দস্তার পাত এবং অল্প ধারে একটি তামার পাত এমন ভাবে রাখিতে হইবে যেন পাত দুইটি পরস্পরকে স্পর্শ না করে এবং উহাদের কিয়দংশ এ্যাসিডের বাহিরে থাকে। এইবার পাত দুইটির বাহিরের প্রান্তদ্বয় একটি তামার তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। এই কোষে তামার পাতের বাহিরের প্রান্তকে পজিটিভ মেরু এবং দস্তার পাতের বাহিরের প্রান্তকে নেগেটিভ মেরু বলা হয়। কোষের বাহিরে তড়িৎ, পজিটিভ-তামা হইতে নেগেটিভ-দস্তায় প্রবাহিত হয়, এবং ভিতরে দস্তা হইতে তামায় তড়িৎ প্রবাহিত হইয়া আসে। এই রূপে তড়িৎ চক্রাকারে প্রবাহিত হইয়া থাকে।

(ii) কয়েকটি দোষের জন্ত এই কোষে তড়িৎপ্রবাহ অধিকক্ষণ স্থায়ী হইতে পারে না। দোষগুলি এবং দোষগুলির নিবারণের উপায় নিম্নে বর্ণিত হইল—

(১) দস্তার পাতে দস্তা ছাড়া আরো অল্পাংশ খাতু সময় সময় থাকে বলিয়া এ্যাসিড্ সংস্পর্শে দস্তার পাতের উপর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তড়িৎকোষের সৃষ্টি হয়। এই ক্ষুদ্র কোষগুলি হইতে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহা কোন উপকারেই আসে না ;

পক্ষান্তে উহাদের জন্ত দস্তার পাতটি শীত্র শীত্র ক্ষয় হইয়া যায়। দস্তার পাত্তে খানিকটা পারা মাখাইয়া লইলেই এই দোষ দূর করিতে পারা যায়।

(২) সাধারণ তড়িৎকোবে তড়িৎ প্রবাহ আরম্ভ হইবার সংগে সংগেই তামার পাতের উপর হাইড্রোজেন গ্যাসের বৃদ্ধি জমিতে আরম্ভ করে। এই বৃদ্ধিগুলি বেশী পরিমাণে জমিলে তড়িৎ চলাচলের বাধা ঘটে এবং কিছুকণ পরেই প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়। মাঝে মাঝে তামার পাতের হাইড্রোজেন বৃদ্ধিগুলি ঝাড়িয়া ফেলিলেই এই দোষ সাময়িক ভাবে দূর হইতে পারে।

Q. 36. State and Prove the various effects of electric current.

Ans. তড়িৎ প্রবাহের ফল, যথা—

(১) চৌম্বক শক্তির উৎপত্তি (Magnetic effect)—বিদ্যুৎ-প্রবাহযুক্ত কোন তার লইয়া পিভটের (Pivot) উপর বসান কোন সূচি-চুম্বকের (Magnetic needle) উপর সমান্তরাল ভাবে ধরিলে, চুম্বকটি উত্তর দক্ষিণ ভাবে না থাকিয়া ঘুরিয়া যায়।

(২) তাপশক্তির উৎপত্তি (Heating effect)—বিজলী বাতির (Electric lamp) মধ্যস্থিত সূক্ষ্ম তারের ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত হওয়া মাত্র তার অতি-দ্রুত গরমে শান্দ হইয়া আলোক বিকীর্ণ করিতে থাকে।

(৩) রাসায়নিক শক্তির উৎপত্তি (Chemical effect)—অম্ল এ্যাসিডযুক্ত জলের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ চালাইলে জল হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনে বিভক্ত হয়।

Q. 37. What do you mean by conductors and insulators? Give examples of each.

Ans. পরিবাহী (Conductor)—তড়িৎ-বহন-সমর্থ বস্তুকেই পরিবাহী বা Conductor বলা হয়। তামা, লোহা, জার্মান রূপা প্রভৃতি যে কোন ধাতু-অম্ল, লবণাক্তজল প্রভৃতি পরিবাহী।

অপরিবাহী (Insulators)—যে সকল বস্তু তড়িৎ বহন করিতে সক্ষম নয় তাহারা অপরিবাহী বা Insulators। রবার, কাঁচ প্রভৃতি অপরিবাহী।

Q. 38. (i) Describe an electromagnet. (ii) How is it constructed? (iii) What are the different forms of electromagnets? (iv) Mention some of the benefits that have been derived from electromagnets.

Ans. (i) তড়িৎ-প্রবাহের সাহায্যে যে চুম্বক প্রস্তুত হয়, তাহাকে বৈদ্যুতিক চুম্বক বা Electromagnet বলা হয়। এই চুম্বক অস্থায়ী; কারণ ইহার তারের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হইয়া গেলেই চুম্বকশক্তি নষ্ট হইয়া যায়। সাধারণ চুম্বকের তায় ইহাদেরও একপ্রান্তে উত্তর মেরু এবং অপর প্রান্তে দক্ষিণ মেরু থাকে।

(ii) একখণ্ড কাঁচা লোহা লইয়া তাহাতে কয়েক লহর রেশম জড়ানো তামার তার জড়াইতে হইবে। এইবার ঐ তারের মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করিলেই লোহাটি বৈদ্যুতিক চুম্বকে পরিণত হইবে।

(iii) বাজারে দুই রকমের বৈদ্যুতিক চুম্বক পাওয়া যায়—(১) সরল দণ্ডাকৃতি, (২) অশঙ্কুরাকৃতি। উভয় মেরু একই দিকে থাকে বলিয়া অশঙ্কুরাকৃতি চুম্বকের আকর্ষণশক্তি অপেক্ষাকৃত অধিক।

(iv) তড়িৎ চুম্বকের আবিষ্কার হওয়াতে মানুষের বহু উপকার সাধিত হইয়াছে। বৈদ্যুতিক ঘণ্টা, বিজলী পাখা, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন, ক্রেন প্রভৃতি বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এই তড়িৎ চুম্বকের সাহায্যেই চলিয়া থাকে।

Q. 39. Describe an electric bell.

Ans. এই যন্ত্রে অশঙ্কুরাকৃতি একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক থাকে। উহার তারের এক প্রান্ত, সম্মুখস্থিত একটি শিংশুকৃত কাঁচা লোহার হাতুড়ির সহিত সংযুক্ত

ধাকে। সাধারণ অবস্থায় হাতুড়ির এই স্প্রিং পার্শ্ববর্তী একটি ধাতু-নির্মিত ইকুপ স্পর্শ করিয়া থাকে। চুম্বকের তারের অপর প্রান্ত এবং এই ইকুপটি সংযোগ-তারের সাহায্যে কোন তড়িৎকোষের পজিটিভ ও নেগেটিভ মেয়র সহিত বধাক্রমে সংযুক্ত করিলে যন্ত্রটির মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং চুম্বকটি শক্তিসম্পন্ন হইয়া লোহার হাতুড়িকে আকর্ষণ করে; হাতুড়িও আকৃষ্ট হইয়া সামনের দিকে আগাইয়া আসিবার সময় একটি কাঁসার বাটিতে ঘা দেয় এবং টং করিয়া একটি শব্দ হয়।

এই সময় স্প্রিং ও ইকুপের সংযোগ ছিন্ন হইয়া যায় বলিয়া তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ হয় এবং চুম্বকটি নিজ আকর্ষণ-শক্তি হারাওয়া ফেলে; হাতুড়িটি পূর্বস্থানে ফিরিয়া যায় এবং তড়িৎ-প্রবাহ পুনরায় আরম্ভ হয়। এইরূপে তড়িৎ-প্রবাহ পর্যায়ক্রমে আরম্ভ এবং বন্ধ হইতে থাকে বলিয়া হাতুড়িটিও উঠানামা করে এবং কাঁসার বাটিটিতে বার বার ঘা লাগিবার ফলে টং টং শব্দ হইতে থাকে।

Q. 40. How does a telegraphic machine work ?

Ans. প্রেরক যন্ত্র এবং গ্রাহক যন্ত্র—এই উভয় লইয়াই সম্পূর্ণ টেলিগ্রাফ যন্ত্র গঠিত। টেলিগ্রাফের সাহায্যে একস্থান হইতে অত্রস্থানে বার্তা প্রেরণ করিতে হইলে প্রথম স্থানে প্রেরক যন্ত্র এবং দ্বিতীয় স্থানে গ্রাহক যন্ত্র থাকা আবশ্যিক।

প্রধানতঃ একটি ব্যাটারি ও একটি চাবি লইয়া প্রেরক যন্ত্র এবং একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক ও একটি আর্মচার (Armature) লইয়া গ্রাহক যন্ত্র গঠিত হয়। প্রেরক যন্ত্রের চাবির একদিক, লাইন-তার দিয়া গ্রাহক যন্ত্রের চুম্বকের তারের এক প্রান্তের সহিত যুক্ত থাকে। চাবির অত্রদিক ব্যাটারির পজিটিভ মেয়র সহিত সংযুক্ত থাকে। ব্যাটারির নেগেটিভ মেয়র এবং বৈদ্যুতিক চুম্বকের তারের অপর প্রান্ত মাটির সহিত সংযুক্ত থাকে।

মেকটিকে আবার পূর্বস্থানে বসাইয়া পূর্ববৎ টানিতে হইবে। ইম্পাত দণ্ডের দুই পিঠে এইরূপ কয়েকবার করিলেই ইম্পাত দণ্ড চুম্বকে পরিণত হইবে। (ii) একটি ইম্পাত দণ্ডের মধ্য স্থলে, সমান শক্তিসম্পন্ন দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদণ্ড বসাইয়া, মেরু দুইটিকে বিপরীত দিকে টানিয়া লইয়া যাইতে হইবে। প্রান্তদ্বয়ে পৌঁছিলে পর মেরু দুইটিকে তুলিয়া লইয়া পূর্বস্থানে রাখিয়া পূর্ববৎ টানিতে হইবে। কয়েকবার এইরূপ করিলেই ইম্পাত দণ্ডটি চুম্বকে পরিণত হইবে।

(২) বিদ্যুৎ সাহায্যে—ইম্পাত দণ্ডে কয়েক লহর রেশম-জড়ানো তামার তার জড়াইয়া তারের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলেই, ইম্পাত দণ্ডটি একটি শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বকে পরিণত হইবে।

Q. 42. State and prove the different properties of magnets.

Ans. (১) চুম্বক, লৌহ প্রভৃতি চৌম্বক-পদার্থকে আকর্ষণ করে। লৌহ-চূর্ণের নিকট একটি চুম্বক লইয়া গেলে চূর্ণগুলি আকৃষ্ট হইয়া চুম্বকে আটকাইয়া যায়।

(২) চুম্বক—কাচ, তামা, সীসা, কাঠ, কাগজ প্রভৃতিতে আকর্ষণ করে না। উহাদের প্রত্যেকের নিকট একটি চুম্বক ধরিলে তাহা বুঝিতে পারা যায়।

(৩) কাচ, জল, কাগজ, ধাতুর পাত প্রভৃতির ভিতর দিয়াও চুম্বক-শক্তি কাজ করিতে পারে। লৌহচূর্ণ ও চুম্বকের মধ্যে উহাদের যে কোন একটিকে রাখিয়া চুম্বক যেদিকে সরান যাইবে লৌহচূর্ণ গুলিও সেই দিকে সরিয়া যাইবে।

(৪) মধ্যস্থলে হতা রাখিয়া কোন চুম্বককে ঝুলাইয়া দিলে চুম্বকটি উত্তর-দক্ষিণ ভাবে অবস্থান করে। উহার যে-প্রান্ত উত্তর দিকে থাকে তাহাকে উত্তর-মেরু (North Pole) এবং যে-প্রান্ত দক্ষিণ দিকে থাকে তাহাকে দক্ষিণ-মেরু বলে।

(৫) চুম্বকের সহিত যুক্ত হইয়া থাকিলে বা চুম্বকের নিকটে থাকিলে ইঙ্গিত বা লোহা চুম্বক-শক্তি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু চুম্বকটি দূরে সরাইয়া লইলেই উহাদের চুম্বক-শক্তি নষ্ট হইয়া যায়। ইহাই চুম্বকীয়-আবেশের (Magnetic induction) উদাহরণ।

(৬) চুম্বকের নিয়ম (Laws of magnetism) —

(i) সমপ্রকৃতির মেরুসমূহ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। কোন একটি চুম্বকের মধ্যস্থলে বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিয়া, উহার উত্তর-মেরুর নিকট অল্প কোন চুম্বকের উত্তর-মেরু লইয়া গেলে—ঝুলান চুম্বকের উত্তর-মেরু দূরে সরিয়া যাইবার চেষ্টা করে। দক্ষিণ-মেরুর নিকট দক্ষিণ-মেরু লইয়া পরীক্ষা করিলেও ঐরূপ হইবে।

(ii) বিষম প্রকৃতির মেরুসমূহ পরস্পরকে আকর্ষণ করে। মধ্যস্থলে সূতা বাঁধিয়া ঝুলান কোন চুম্বকের উত্তর-মেরুর নিকট অল্প কোন চুম্বকের দক্ষিণ-মেরু লইয়া গেলে, পূর্বোক্ত মেরুটিকে শেষোক্তটির দিকে আকৃষ্ট হইতে দেখা যায়।

Q. 43. How would you justify the statement that the earth is a big magnet ?

Ans. সুবিধা পাইলে সকল চুম্বকই উত্তর-দক্ষিণ ভাবে অবস্থান করে। চুম্বকদিগের উত্তর-দক্ষিণ-মুখী-ভাবে থাকিবার এইরূপ প্রবল বৌক 'দেখিয়া মনে হয়, চুম্বকের মেরুদ্বয় যেন কোন অদৃশ্য শক্তিদ্বারা আকৃষ্ট হইয়াই ঐরূপভাবে অবস্থিত হয়। বৈজ্ঞানিকগণ ইহার কারণ আবিষ্কার করিয়াছেন। তাঁহারা বলেন, পৃথিবী নিজেই একটি বিরাট চুম্বক এবং উহারই আকর্ষণের ফলে চুম্বক উত্তর-দক্ষিণ মুখে থাকিবার চেষ্টা করে। ঝুলানো চুম্বকের যে-মেরু উত্তরদিকে থাকে তাহারই বিপরীত গুণ বিশিষ্ট মেরু পৃথিবীর উত্তর প্রান্তে, এবং ঝুলানো চুম্বকের যে-মেরু দক্ষিণদিকে থাকে, তাহারই বিপরীত গুণ বিশিষ্ট মেরু পৃথিবীর দক্ষিণ প্রান্তে অবস্থান করে। পৃথিবী-চুম্বকের মেরুদ্বয় উহার ভৌগোলিক মেরু-

কর হইতে একটু দূরে থাকে, তাই বুলান চুম্বক বা বিবর্তন কীলকে বুলান চুম্বক-শলাকা ঠিক ভৌগোলিক উত্তর-দক্ষিণে না থাকিয়া একটু বাঁকিয়া পড়ায়।

Q. 44. Give a description of the Mariner's compass and explain its use.

Ans. বুলান চুম্বক বা বিবর্তন কীলকস্থ চুম্বক-শলাকা সর্বদা উত্তর-দক্ষিণে ফিরিয়া থাকে। চুম্বকের এই ধর্মকে আশ্রয় করিয়াই দিগ্‌দর্শন-যন্ত্র নির্মিত হয়। যে দিগ্‌দর্শন যন্ত্রগুলি জাহাজে নাবিকগণ কর্তৃক ব্যবহৃত হয়—তাহাতে পিতলের একটি গোল বাটি থাকে। উহার মধ্যস্থলে বিবর্তন কীলকের উপর একটি চুম্বক শলাকা বসাইয়া দেওয়া হয়। চুম্বক শলাকাটিকে ব্যাস করিয়া একটা গোল কাগজ উহার উপরেই বসান থাকে। কাগজের উপর একটি বড় বৃত্ত আঁকিয়া উহার পরিধিকে সমান ৩২ ভাগে বিভক্ত করিয়া দিগ্‌নির্দেশ করিবার ব্যবস্থা থাকে। চুম্বকের মেরুদ্বয় উত্তর-দক্ষিণ জ্ঞাপন করায়, অজ্ঞাত দিকগুলিও সহজে জানিতে পারা যায়। বাহিরের বাতাস হইতে রক্ষা করিবার জন্ত যন্ত্রটির উপরি-ভাগে কাচের ঢাকনি দেওয়া থাকে এবং তরংগাঘাতে জাহাজের নড়াচড়া সত্ত্বেও চুম্বকশলাকা বাহাতে স্থির থাকে—তাহারও ব্যবস্থা আছে।

কুজ্‌ঝটিকা প্রভৃতি বশতঃ সমুদ্রবক্ষে দিশাহারা নাবিক এই দিগ্‌দর্শন যন্ত্রের সহায়তায় উত্তর-দক্ষিণ দিকের সন্ধান পাইয়া গন্তব্য স্থানের দিকনির্ণয় করে।

রসায়ন-বিদ্যা

Q. 1. Clearly explain the difference between—

(a) Atom and molecule, (b) Physical change and chemical change, (c) Element and compound, (d) Solution and mixture, (e) Mechanical mixture and chemical compound.

Ans. (a) অণু (Molecule)—মৌলিক বা যৌগিক যে-কোন পদার্থকে স্বল্প হইতে স্বল্পতর অংশে ভাগ করিতে করিতে এরূপ অবস্থায় পৌছান যায়, যখন ঐ পদার্থের গুণ বা ধর্ম অক্ষুণ্ণ রাখিয়া উহাকে আর বিভক্ত করা যায় না। পদার্থের এই ক্ষুদ্রতম অংশই অণু বা Molecule। পদার্থের অণুর ধর্মই পদার্থের ধর্ম।

পরমাণু (Atom)—স্বল্পতম অংশ হইলেও অণুগুলিকে আরও স্বল্প পরমাণুতে ভাগ করিতে পারা যায়। মৌলিক পদার্থের স্বল্পতম অংশই পরমাণু বা Atom.

(b) সাধারণ পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে পার্থক্য—

সাধারণ পরিবর্তন

১। ইহার ফলে পদার্থের আণবিক ধর্মের কোন পরিবর্তন হয় না।

২। অভ্যন্তরের আণবিক গঠনের পরিবর্তন হয় না।

রাসায়নিক পরিবর্তন

১। ইহাতে পদার্থের ধর্ম সম্পূর্ণ ভাবে পরিবর্তিত হয়।

২। অভ্যন্তরের আণবিক গঠন পরিবর্তিত হয়।

সাধারণ পরিবর্তন

রাসায়নিক পরিবর্তন

৩। এইরূপ পরিবর্তন অস্থায়ী।

৩। এইরূপ পরিবর্তন স্থায়ী।

৪। তাপমাত্রার পরিবর্তন ইহাতে
হইতে পারে, নাও হইতে পারে।৪। ইহাতে সকল সময়েই তাপ-
মাত্রার পরিবর্তন হয়।৫। ইহার ফলে কোন নূতন পদার্থ
উৎপন্ন হয় না।৫। ইহার ফলে সকল সময়েই নূতন
নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়।

(c) মৌলিক পদার্থ (Element)—যে পদার্থ হইতে ঐ পদার্থ ব্যতীত
অন্য কোন পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাই মৌলিক পদার্থ। মৌলিক পদার্থে
কোন মিশ্রণ নাই। সোনা (Gold) হইতে সোনা ব্যতীত অপর কোনও
পদার্থ পাওয়া যায় না, তাই সোনা মৌলিক পদার্থ। বৈজ্ঞানিকগণ পরীক্ষা করিয়া
১২টি মৌলিক পদার্থের সন্ধান পাইয়াছেন; সুতরাং মৌলিক পদার্থের সংখ্যার
একটি নির্দিষ্ট সীমা আছে।

যৌগিক পদার্থ (Compound)—তুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের
রাসায়নিক সংমিশ্রণে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়। ‘জল যৌগিক, ওকে
ভাগ করলে দুটো মৌলিক গ্যাস বেরিয়ে পড়ে, একটার নাম অক্সিজেন আর
একটার নাম হাইড্রোজেন।’

(d) মিশ্রণ (Mixture)—যে স্থল অব্যাহত রাখিয়া তুই বা ততোধিক
পদার্থের অসমসাত্বিক (Heterogeneous) ভাবে পাশাপাশি অবস্থানকে মিশ্রণ
বলা হয়। মিশ্রিত পদার্থগুলিকে সহজে পৃথক করিতে পারা যায়।

দ্রবণ (Solution)—তুই বা ততোধিক পদার্থের সমসাত্বিক (Homogeneous)—মিশ্রণকেই দ্রবণ বলা হয়। ইহাতে মিশ্রিত পদার্থগুলির আপেক্ষিক
পরিমাণ (Relative amount) নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পরিবর্তিত হইয়া থাকে।

(e) সাধারণ মিশ্রণ ও রাসায়নিক সংমিশ্রণের মধ্যে পার্থক্য—

সাধারণ মিশ্রণ

রাসায়নিক সংমিশ্রণ

১। ইহা সময়ান্তিক ও অসম-
সামিক দুই রকমেরই হইতে পারে।

১। ইহা সকল সময়েই সময়ান্তিক।

২। ইহাতে দুই বা ততোধিক
পদার্থ কেবল পাশাপাশি অবস্থান করে।

২। ইহাতে পদার্থসমূহের
রাসায়নিক সংযোগ অপরিহার্য।

৩। ইহাতে উপাদানগুলির স্ব স্ব
গুণ বর্তমান থাকে।

৩। ইহাতে উপাদানগুলি সম্পূর্ণ-
রূপে পরিবর্তিত হয়।

৪। ইহাতে উপাদানগুলি যে কোন
অনুপাতে মিশিয়া থাকে।

৪। ইহাতে উপাদানগুলি নির্দিষ্ট
অনুপাতে মিশিয়া থাকে।

৫। প্রস্তুত করিবার সময় ইহার
তাপমাত্রার পরিবর্তন হইতে পারে,
নাও হইতে পারে।

৫। প্রস্তুত করিবার সময় তাপ-
মাত্রার পরিবর্তন অবশ্যস্বাভাবী।

৬। ইহার উপাদানগুলিকে সহজে
পৃথক্ করা যায়।

৬। ইহার উপাদানগুলিকে সহজে
পৃথক্ করা যায় না।

Q. 2. What do you mean by saturated solution and solubility of a salt? How would you prepare a sample of saturated solution of common salt (NaCl) at ordinary temperature? Show that solubility of solids is influenced by temperature.

Ans. (a) সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution)—নির্দিষ্ট তাপ-
মাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবক যখন আর-বেশী দ্রাব্য (Solute) পদার্থকে দ্রব
করিতে পারে না, তখন এই দ্রবণকে সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution)
বলা হয়।

দ্রবণীয়তা (Solubility)—১০০ গ্রাম দ্রাবকে (Solvent) দ্রব গ্রাম দ্রাব্য (Solute)—কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রবীভূত হইয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ (Saturated Solution) প্রস্তুত করে, উল্লিখিত তাপমাত্রায় তাহাই উক্ত দ্রাব্যের দ্রবণীয়তা।

(b) সাধারণ তাপমাত্রায় মূণের সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে খানিকটা অলে কিছু মূণ ফেলিয়া দিয়া কাঠি দিয়া নাড়িতে হয়। নাড়িতে নাড়িতে এমন অবস্থা আসে যখন মূণ আর গলিতে চায় না এবং অদ্রবীভূত মূণ পাত্রের তলায় জমিতে থাকে। এই অবস্থায় অদ্রবীভূত মূণ পরিস্রবণ দ্বারা ছাঁকিয়া লইলেই সাধারণ তাপমাত্রায় মূণের সম্পৃক্ত দ্রবণ পাওয়া যায়।

(c) একটি পাত্রে কিছু জল লইয়া উহাতে যতখানি সোরা গলিতে পারে তদপেক্ষা কিছু বেশী সোরা ফেলিয়া দিয়া কাঠি দ্বারা নাড়িতে থাকিলে খানিকটা সোরা গলিয়া যাইবে এবং খানিকটা পাত্রের তলায় পড়িয়া থাকিবে। এইবার আগুনের তাপে জল গরম করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, পূর্বে পাত্রের তলায় যে সোরা অদ্রবীভূত অবস্থায় পড়িয়াছিল তাহার অধিকাংশই দ্রবীভূত হইয়াছে। এই তপ্ত জল ঠাণ্ডা করিলে দ্রবীভূত সোরা পুনরায় থিতাইয়া পাত্রের তলায় জড় হয়। ইহা হইতে বুঝা যায় যে,—তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধির ফলে কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তারও হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটিয়া থাকে। অধিকাংশস্থলে এই নিয়ম খাটিলেও ক্যালসিয়াম-হাইড্রেট, ক্যালসিয়াম-সাইট্রেট প্রভৃতিতে ইহার ব্যতিক্রম দেখিতে পাওয়া যায়। তাপমাত্রা বাড়িলে ইহাদের দ্রবণীয়তা কমে এবং তাপমাত্রা কমিলে ইহাদের দ্রবণীয়তা বাড়িয়া যায়।

Q. 3. Explain the following with practical illustrations—(a) Filtration (b) Distillation (c) Crystallization and (d) Sublimation.

Ans. (a) পরিস্রবণ (Filtration)—জল বা অল্প কোন তরল

পদার্থ হইতে অঙ্গবলীয় বা অঙ্গবোভূত কঠিন পদার্থগুলিকে পৃথক্ করিবার উপায় বিশেষ। পরীক্ষাগারে নিম্নোক্ত প্রণালীতে পরিশ্রবণ করা হয়—গোলাকার একখানি ফিল্টার কাগজকে প্রথমে দুই ভাঁজ করিয়া পুনরায় দুই ভাঁজ করিতে হয়। পরে উহার একমুখ খুলিয়া একটি কাচের চোঙের ভিতর উহাকে সামান্য জল দিয়া ভাল করিয়া বসাইতে হয়। এইবার চোঙটি একটি স্রাবণদণ্ডের (Filter-stand) উপর বসাইয়া এবং উহার তলায় একটি পরিস্কার কাচপাত্র রাখিয়া ফিল্টার কাগজের উপর ধীরে ধীরে ময়লা জল ঢালিলে পরিস্কার ও স্বচ্ছ জল নিচের পাত্রে জমে এবং ময়লাগুলি কাগজের উপর পড়িয়া থাকে।

বর্ষাকালে নদী ও পুষ্করিণীর জল ঘোলা হইয়া যায়। এই সময় পল্লীগ্রামের অনেক গৃহস্থ কয়লা ও বালির সাহায্যে ঘোলা জল পরিস্কৃত করিয়া ব্যবহার করেন।

(b) পাতন (Distillation)—কোন পাত্রস্থিত তরল পদার্থকে বাষ্পীভূত করিয়া ঐ বাষ্পকে পুনরায় অপর পাত্রে ঘনীভূত করার নামই পাতন। বীক্ষণাগারে (Laboratory) নিম্নোক্ত প্রণালীতে জল পাতন করা হয়।

একটা বড় কাচের ফ্লাস্কে কিছু জল লইয়া তাহাতে তাপ দিতে হয়। তাপ পাইয়া জল ক্রমশঃ বাষ্পে পরিণত হয়। এই বাষ্প ফ্লাস্কের মুখের ছিপিতে লাগান বীক কাচনলের সাহায্যে বাহিরে আসিতে চায়। কিন্তু বীক কাচনলের অপর প্রান্ত, কন্ডেন্সারের (Condenser) সরু নলের মুখে, সচ্ছিন্ন ছিপির সাহায্যে লাগান থাকে; এই জন্ত ঐ বাষ্পকে কন্ডেন্সারের সরু নলের ভিতর দিয়া বাইতে হয়।

কন্ডেন্সারের লম্বা ও সরু নলটির চারিদিকে এবং উহার সহিত যথেষ্ট ব্যবধান রাখিয়া একটি মোটা নল বা চোঙ (Jacket) বসান থাকে। চোঙটির দুই প্রান্তে দুইটি সরু গাট্রনল পরস্পর বিপরীত-মুখীভাবে যুক্ত আছে। পাতনের সময় যন্ত্রটিকে কাত করিয়া রাখা হয় এবং যতক্ষণ ফ্লাস্কের জল ফুটান হয়, ততক্ষণ অনবরত নিচের নল দিয়া চোঙের ভিতরে জল প্রবেশ করান হয় এবং উপরের

নল দিয়া জল উহা হইতে বাহির করিয়া দেওয়া হয়। শীতল জলে সম্পূর্ণ ভিতরের সৰু নল শীতল হয় এবং বাষ্প ইহার মধ্য দিয়া আসিবার সময় শৈত্য-প্রভাবে ঘনীভূত হইয়া জলে পরিণত হয়। কন্ডেন্সারের সৰু নলের যে মুখটি খোলা থাকে, তাহারই নিচে আর একটি ফ্লাস্ক (Receiver) বসান থাকে; তাহাতেই ঐ জল জমিতে থাকে। প্রথমে ফ্লাস্কের (Distilling flask) সমস্ত জলই ক্রমশঃ বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং পরে আবার ঘনীভূত হইয়া দ্বিতীয় ফ্লাস্কে (Receiver) আসিয়া জমে।

(c) কেলাসন (Crystallisation)—উচ্চতর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত (Saturated) কঠিন ও তরল পদার্থের দ্রবণকে (Solution) শীতল করিলে কঠিন পদার্থের কিয়দংশ আপনা-হইতেই দ্রব হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। দ্রব হইতে পৃথক্ হইবার সময় কঠিন পদার্থটি গুঁড়া আকারে না বাহির হইয়া অধিকাংশ স্থলে ফটিকের (Crystal) আকারে বাহির হয়; তাই প্রক্রিয়াটিকে কেলাসন (কেলাস=ফটিক) বলা হইয়া থাকে। বীক্ষাগারে নিম্নলিখিত উপায়ে কেলাসন করিতে পারা যায়—

ফুটন্ত জলে খানিকটা ফটকিরি গুঁড়া ফেলিয়া দিয়া একটি কাচের রড্ (Stirrer) দিয়া ঘন ঘন নাড়িতে হইবে। পরে পাत्रে ফটকিরি থাকা সঙ্গেও উহা যখন আর জলে গলিবে না, তখন অদ্রবীভূত ফটকিরি তাড়াতাড়ি ছাঁকিয়া লইয়া ফটকিরির ঐ সম্পৃক্ত দ্রবণকে মেজের উপর স্থিরভাবে কিছুক্ষণ রাখিয়া দিলে দ্রবণটি ঠাণ্ডা হইতে থাকিবে এবং সম-অষ্টতলী ফটিকের আকারে ফটকিরি তলায় জমিতেছে দেখা যাইবে।

(d) উষ্মপাতন (Sublimation)—তাপের প্রভাবে কোন পদার্থের কঠিন অবস্থা হইতে একবারে বায়বীয় অবস্থায়, আবার শৈত্যের প্রভাবে বায়বীয় অবস্থা হইতে একবারে কঠিন অবস্থায় পরিণত হওয়াকে উষ্মপাতন বলা হয়। কপূর, নিশাদল, আওডিন, নেপথেলিন, ক্যালোমেল প্রভৃতি উষ্মপাতিত

হয়। বাকিগারে নিম্নোক্ত প্রকারে উদ্ধৃপাতন পরীক্ষা করিতে পারা যায়—

একটি পাত্রে কিছু আইডিন (Iodine) রাখিয়া উহার উপর একটি কাচের চোঙ (Funnel) উল্টাইয়া চাপা দিতে হইবে! পরে পাত্রটিকে উত্তপ্ত বালির (Sand bath) উপর বসাইয়া গরম করিলে, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, আইডিন কঠিন অবস্থা হইতে একবারে বাষ্পে পরিণত হইতেছে এবং ঐ বাষ্প চোঙের ভিতরের গাত্রে একবারে কঠিন হইয়া বেগুনে রঙের ফটিকের আকারে জমিতেছে।

Q. 4. Describe the processes of separating the components of a mixture of (a) Solids (b) Liquids (c) Gases (d) Solids and liquids (e) Liquids and gases (f) Solids and gases.

Ans. (a) কতকগুলি কঠিন পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে নিম্নলিখিত উপায়ে উহার উপাদানগুলি পৃথক্ করিতে পারা যায়—(১) হাত বাছাই করিয়া—যে উপাদানগুলি ক্ষটিকাকৃতি বা রঙীন এবং আকারে বড়, তাহাদিগকে হাতে বাছিয়াই অত্যাচ্ছ উপাদান হইতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। (২) চালুনির সাহায্যে—চালুনির মধ্যে চালনা করিয়া ছোট ছোট কণা গুলিকে বড় বড় দানা হইতে পৃথক্ করা হয়। (৩) তরল পদার্থে দ্রবীভূত করিয়া—উপাদানগুলির মধ্যে একটি কোন তরল পদার্থ অপেক্ষা হাল্কা এবং অপরটি উহা অপেক্ষা ভারী হইলে, মিশ্রটিকে ঐ তরল পদার্থে দ্রবীভূত করিবার সময় হাল্কা উপাদানটি ভাসিয়া উঠে এবং ভারী উপাদানটি ডুবিয়া যায়। এই প্রকারে একটিকে অপরটি হইতে পৃথক্ করা হয়। (৪) চুম্বকের সাহায্যে—মিশ্রণস্থিত লোহাচূর প্রভৃতিকে চুম্বকের সাহায্যে আকর্ষণ করিয়া পৃথক্ করা যায়। (৫) উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে—উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে দ্রবণীয় উপাদানগুলিকে অদ্রবণীয় উপাদান হইতে পৃথক্ করা হয়।

(৬) উত্তাপের সাহায্যে গলাইয়া—উত্তাপ দিলে মিশ্রণস্থিত যে উপাদানগুলি কম উত্তাপে গলে তাহারা প্রথমে গলিয়া যায় এবং অপর গুলি পড়িয়া থাকে বা হালকা হইলে ভাসিয়া উঠে। সুতরাং সুবিধাজনক হইলে এই প্রকারেও মিশ্রণের উপাদানগুলিকে পৃথক্ করা যায়। (৭) মিশ্রণে কপূর, আওডিন, ক্যালো-মেল প্রভৃতি থাকিলে, উদ্ভবপাতন দ্বারাও উহাদিগকে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(b) কতকগুলি তরল পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে (১) আংশিক পাতন (Fractional distillation) দ্বারা, (২) পৃথক্ করিবার চোঙ (Separating Funnel) দ্বারা অথবা (৩) শৈত্যের প্রভাবে জমাईয়া (Freezing) পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(c) কতকগুলি বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদান-গুলিকে (১) সচ্ছিন্ন পাত্রের মধ্য দিয়া পরিচালন (Diffusion) (২) তরলীকরণ (Liquifaction) অথবা (৩) উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(d) কঠিন ও তরল পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে (১) পাতন (Distillation) (২) পরিস্রবণ প্রভৃতির সাহায্যে পৃথক্ করিতে পারা যায়।

(e) তরল ও বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণ হইতে উহার উপাদানগুলিকে পৃথক্ করিতে হইলে তরল পদার্থটিকে কেবল ফুটাইলেই চলে। তরল পদার্থটিকে কিছুক্ষণ ফুটাইলে উহার সহিত মিশ্রিত বায়বীয় পদার্থগুলি অধিকাংশ স্থলেই সম্পূর্ণ-রূপে বাহির হইয়া যায়।

(f) কঠিন ও বায়বীয় পদার্থের সাধারণ মিশ্রণের মধ্য দিয়া ষ্টীম চালাইলে কঠিন পদার্থগুলি ভারী হইয়া খসিয়া পড়ে এবং বায়বীয় পদার্থ হইতে পৃথক্ হয়।

Q. 5. What happens when iron rusts and each of the following is burnt within a closed volume of air over water : magnesium, sulphur and candle.

Or, Describe some experiments to show that oxygen forms one fifth of the volume of air.

Ans. (a) মরিচা সম্পর্কিত পরীক্ষা—

একটি ছোট হাল্কা পাত্রে কতকগুলি চক্চকে লোহার পাত রাখিয়া পাত্রটি জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। পরে একটি মুখখোলা বেল-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জারের ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমভালে আছে দেখা যাইবে। এইবার জারের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিয়া কয়েক দিন ঐ অবস্থায় রাখিয়া দিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—

(১) লোহার মরিচা ধরিয়াছে এবং উহার ওজন বাড়িয়াছে ; (২) জারের যে অংশ আগে বাতাসে ভরা ছিল তাহার প্রায় $\frac{1}{5}$ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে ; (৩) অবশিষ্ট $\frac{4}{5}$ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনক্রম সহায়তা করিত, তাহা নাই এবং তাহা বাতাসের $\frac{1}{5}$ অংশ ; কারণ মরিচাধরা কার্বে নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য ঐ আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে ; (২) বাতাসে যে-গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না তাহা বাতাসের $\frac{4}{5}$ অংশ ; (৩) মরিচা, লোহার সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন অক্সাইড-অব-আয়রণ এবং (৪) অক্সিজেনের ওজন বশতঃ লোহা অপেক্ষা মরিচাধরা-লোহা বেশী ভারী ।

(b) ম্যাগনেসিয়ামের দহন—

একটি ছোট হালকা পাত্রে কিছু ম্যাগনেসিয়ামের গুঁড়া রাখিয়া পাত্রটি জলে ডালাইয়া দিতে হইবে। একটি মুখখোলা বেল-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জ্বরের ভিতরের ও বাহিরের জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার একটি জলস্ত কাঠি দ্বারা ম্যাগনেসিয়াম জ্বালাইয়া জ্বরের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) ম্যাগনেসিয়ামের ক্রিয়দশ জলিয়া ক্রমশঃ নিম্নভ হইয়া নিবিয়া গেল; (২) পাত্রটিতে থানিকটা শালা ছাই পড়িয়া রহিয়াছে এবং ঐ পদার্থটির ওজন বাড়িয়াছে; (৩) জ্বরের যে অংশে বাতাস ভরা ছিল তাহার প্রায় $\frac{1}{2}$ অংশ জ্বলে ভরিয়া গিয়াছে; (৪) অবশিষ্ট $\frac{1}{2}$ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জলে না।

পরীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে গ্যাস (অক্সিজেন) দহন সহায়তা করিত, তাহা নাই এবং তাহা বাতাসের $\frac{1}{2}$ অংশ; কারণ দহন কার্যে নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্যস্থান পূর্ণ করিবার জন্ত ঐ আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে যে গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না তাহা বাতাসের $\frac{1}{2}$ অংশ। (৩) ম্যাগনেসিয়ামের দহন জন্ত কিছুই নহে, আলোক ও উত্তাপ বাহিব করিয়া ম্যাগনেসিয়ামের সহিত অক্সিজেনের বাসায়নিক সংযোগ ও ম্যাগনেসিয়াম-অক্সাইডে পরিণত হওয়া। (৪) অক্সিজেনের ওজন বশতঃ ম্যাগনেসিয়াম অপেক্ষা ম্যাগনেসিয়াম-অক্সাইড বেশী ভারী।

(c) গন্ধকের দহন—

একটি ছোট হালকা পাত্রে কিছু গন্ধক রাখিয়া পাত্রটি জলে ডালাইয়া দিতে হইবে। একটা মুখখোলা বেল-জার (Bell-jar) দিয়া পাত্রটিকে ঢাকা দিলে জ্বরের ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার একটি জলস্ত কাঠি দ্বারা গন্ধক জ্বালাইয়া জ্বরের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) গন্ধকের ক্রিয়দংশ জলিয়া ক্রমশঃ নিশ্চত হইয়া গেল ; (২) জ্বরের যে-অংশে বাতাস ভরা ছিল তাহার প্রায় $\frac{1}{2}$ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে ; (৩) অবশিষ্ট $\frac{1}{2}$ অংশে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে এবং উহাতে কোন জিনিস জলে না।

পৰীক্ষাটি হইতে বুঝা যায়—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনের সহায়তা করিত তাহা নাই, এবং তাহা বাতাসের $\frac{1}{2}$ অংশ ; কারণ, দহনের সময় অক্সিজেন গন্ধকেব সহিত মিলিত হইয়া যে-গ্যাস (সালফার-ডাই-অক্সাইড) উৎপন্ন করিয়াছিল, তাহা জলে দ্রবীভূত হওয়ায়, নিঃশেষিত অক্সিজেনেব শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য ঐ-আয়তনেরই জল উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে, যে-গ্যাস নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না, তাহা বাতাসের $\frac{1}{2}$ অংশ। (৩) গন্ধকের দহন অল্প কিছুই নহে,—আলোক ও উত্তাপ বাহির করিয়া, গন্ধকের সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগ ও সালফার-ডাই-অক্সাইডে পরিণত হওয়া।

(d) মোম-বাতির দহন—

একটি পাত্রে খানিকটা কস্টিক-পটাশ-যুক্ত জল লইয়া উহা যথোপযোজ্য দুইটি বাতিনটি মোম-বাতি দাড়া করাইয়া জালিয়া দিতে হইবে। পবে একটি মুখ-খোলা পেন-জার দিয়া বাতিগুলি ঢাকা দিলে ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে আছে দেখা যাইবে। এইবার জ্বরের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে—

(১) বাতিগুলি ক্রমশঃ নিশ্চত হইয়া নিভিয়া গেল ; (২) জ্বরের যে অংশে বাতাসে ভরা ছিল, তাহার প্রায় $\frac{1}{2}$ অংশ জলে ভরিয়া গিয়াছে এবং (৩) অবশিষ্ট $\frac{1}{2}$ অংশে যে বায়বীয় পদার্থ রহিয়াছে তাহাতে কোন জিনিস জলে না।

পৰীক্ষাটি হইতে বুঝা যায় যে—(১) বাতাসে যে-গ্যাস (অক্সিজেন) দহনের সহায়তা করিত তাহা নাই এবং তাহা বাতাসের $\frac{1}{2}$ অংশ, কারণ, দহনের সময় অক্সিজেন মোমের সহিত সংযুক্ত হইয়া যে-গ্যাস (কার্বন-ডাই-অক্সাইড) উৎপন্ন করিয়াছিল তাহা কস্টিক-পটাশ-যুক্ত জলে দ্রবীভূত হওয়ায়, নিঃশেষিত অক্সিজেনের শূন্য স্থান পূর্ণ করিবার জন্য, ঐ-আয়তনেরই জল, উপরে উঠিয়াছে। (২) বাতাসে যে-গ্যাস (নাইট্রোজেন) দহনের সহায়তা করে না, তাহা বাতাসের

৫ অংশ। (৩) মোমের দহন অণু কিছুই নহে,—আলোক ও উত্তাপ ছাড়া আর কিছুই
মোমের সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক-সংযোগ এবং জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডে
পরিণত হওয়া।

Q. 6. Enumerate the main constituents of atmospheric air and describe experiments that you would perform for their detection.


Ans. বায়ুর বিভিন্ন উপাদান ও তাহাদের শতকরা অনুপাত এইরূপ :—

অক্সিজেন...	...	২০.৬০
নাইট্রোজেন	৭৭.১৬
কার্বন-ডাই-অক্সাইড	০.০৪
জলীয় বাষ্প...	...	১.৪০
অজ্ঞাত বায়বীয়		
পদার্থ (আর্গন, হিলিয়াম,		
নিয়ন, ক্রিপ্টন, জিমন)...	...	৮.০
		১০০.০০

বায়ুতে উপযুক্ত উপাদান-গুলির অস্তিত্ব সহজেই পরীক্ষা করিতে পারা যায়—

১নং পরীক্ষা—একটি পাত্রে খানিকটা পায়দ লইয়া বাতাসের মধ্যে কুটাই
ইতে থাকিলে কিছুক্ষণ পরে পায়দের উপর মারকিউরিক-অক্সাইডের লাল রঙের
সর পড়িয়াছে দেখিতে পাওয়া যায়। বাতাসে অক্সিজেন না থাকিলে এইরূপ
হইত না।

২নং পরীক্ষা—একটি ছোট হাল্কা পাত্রে খানিকটা ফস্ফরাস রাখিয়া
জলে ভাসাইয়া দিতে হইবে। পরে উহার উপর একটি মুখ-খোলা বেল-জার ঢাকা
দিয়া জলস্ত কাটি দিয়া ফস্ফরাস জ্বলাইয়া দিতে হইবে। এইবার জ্বরের মুখটি
ঢাকুনি দিয়া বন্ধ করিলে দেখা যাইবে যে ফস্ফরাসের কিয়দংশ পুড়িয়া ক্রমশঃ

নিবিয়া  ; পুড়িবার সময় কস্ফরাস্ ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে যে-গ্যাস্ (কস্ফরাস্ পেট্রোলাইড) উৎপন্ন হইয়াছে দ্রবণীয় বলিয়া তাহাও জলে গলিয়া গেল। এইবার জারের মধ্যে যে-গ্যাস থাকিল তাহা বর্ণহীন এবং অদাহ্য। উহা দহনের সহায়তা করে না এবং অতিশয় উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা শোষিত হয়। উহাই নাইট্রোজেন। বাতাসে নাইট্রোজেন না থাকিলে জারের মধ্যে উহাকে এইরূপে পাওয়া যাইত না।

৩নং পরীক্ষা—একটি কাচের বাটিতে খানিকটা চূণের জল কয়েক দিন বাতাসের মধ্যে রাখিয়া দিলে উহার উপর ক্যালসিয়াম-কার্বনেটের স্তর পড়ে। বাতাসে কার্বন-ডাই-অক্সাইড না থাকিলে এইরূপ হইত না।

৪নং পরীক্ষা—একটি কাচের গ্লাসে খানিকটা বরফ রাখিয়া দিলে গ্লাসের বাহিরের গায়ে বিন্দু বিন্দু জল জমিতে দেখা যায়। বাতাসে জলীয়-বাষ্প আছে বলিয়াই উহা গ্লাসের গায়ে শৈত্য-প্রভাবে ঘনীভূত হইয়া জল-বিন্দুতে পরিণত হয়।

Q. 7. Show that air is a mechanical mixture and not a chemical compound.

Ans. নিম্নলিখিত কারণগুলি বশতঃ বাতাসকে বৌগিক পদার্থ না বলিয়া সাধারণ মিশ্রণ বলা হয়—

(১) অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতি বাতাসের উপাদানগুলিকে লইয়া, বাতাসে উহারা যে-অনুপাতে মিশান থাকে সেই অনুপাতে মিশাইলে, মিশ্রণটিতে বাতাসের সকল ধর্মই বর্তমান থাকে ; কিন্তু মিশাইবার সময় আয়তনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না বা তাপ-মাত্রারও কোন পরিবর্তন হয় না। বাতাস—অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতির রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন বৌগিক পদার্থ হইলে এইরূপ হইত না।

(২) বাতাসে উহার উপাদানগুলি সাধারণভাবে মিশ্রিত থাকে বলিয়াই

উহাদের নিজ নিজ গুণ অক্ষুণ্ণ থাকে। বৌগিক পদার্থ হইলে, বাতাসের উপাদানগুলির গুণ অক্ষুণ্ণ থাকিত না।

(৩) বাতাসের মধ্যে উহার বিভিন্ন উপাদানের আপেক্ষিক পরিমাণ, সকল স্থানে এবং সকল সময়ে ঠিক থাকে না। বাতাস বৌগিক পদার্থ হইলে, উহার উপাদানগুলির আপেক্ষিক পরিমাণ কখনও পরিবর্তিত হইত না।

(৪) সাধারণ মিশ্রণ বলিয়াই বাতাসের উপাদানগুলিকে সহজে পৃথক্ করা যায়; উহা বৌগিক পদার্থ হইলে করা যাইত না।

Q. 8. What is the composition of water ?
How can it be determined ?

Ans. আয়তন হিসাবে দুই ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত এক ভাগ অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগের ফলে জল উৎপন্ন হয়। নিম্নলিখিত পরীক্ষাটির সাহায্যে উহা সহজেই প্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটা মোটা-গলা বোতলের পেছনটা কাটিয়া কেলিয়া, দুইটি-ছিদ্র-বিশিষ্ট একটি ছিপি দিয়া উহার মুখটা ভালভাবে আঁটিয়া দিতে হইবে। ছিপির দুইটি ছিদ্রের ভিতর দিয়া দুইটি প্ল্যাটিনাম তার প্রবেশ করাইয়া উহাদের ভিতরের প্রান্ত দুইটি পিটিয়া পাতলা পাতের মত করিতে হইবে। ছিদ্রগুলি মোম বা গালা দিয়া বন্ধ করিয়া বোতলের ভিতর অল্প এ্যাসিড্-মিশান-জল ঢালিয়া দিতে হইবে এবং ঐ-জলেই পরিপূর্ণ, সমান-লম্বা ও সমান-আয়তনের দুইটি পরীক্ষা-নল (Test-tube) প্ল্যাটিনাম পাত দুইটির উপর উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে। এইবার সংযোগ-তার সাহায্যে প্ল্যাটিনামের পাত-দুইটি ব্যাটারির মেরু-দুইটির সহিত সংস্কৃত করিয়া বিদ্যুৎ চালাইলেই, পরীক্ষা-নল-দুইটির মধ্যে গ্যাস জমিতেছে দেখা যাইবে। খানিকটা গ্যাস জমিবার পর বুড়া আঙুল দ্বারা মুখ বন্ধ করিয়া পরীক্ষা-নল দুইটি বাহিরে আনিয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে—

(১) নল দুইটিতে গ্যাসের আয়তন সমান নয়; একটির আয়তন অপরটির

বিভণ; (২) যেটিতে গ্যাসের আয়তন কম তাহার মধ্যে একটি অর্ধজলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে, উহা বেশ উজ্জল হইয়া জলিয়া উঠিবে কিন্তু গ্যাসটি নিজে জলিবে না;—ইহা অক্সিজেন; (৩) অপর গ্যাসটির মধ্যে জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে কাঠিটি নিবিয়া যায় বটে কিন্তু গ্যাসটি নিজেই জলিতে থাকে;—ইহা হাইড্রোজেন; (৪) জলে বে-এ্যাসিড্ মিশান ছিল তাহার কোন পরিবর্তন হয় নাই এবং তাহার পরিমাণও পূর্বের মতই আছে।

ইহা হইতে বুঝা যায় যে—আয়তন হিসাবে দুই-ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত এক-ভাগ অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে জল উৎপন্ন হয়।

Q. 9. Enumerate the different types of natural water adding brief notes on their comparative purity.

Ans. নিয়ে স্বভাবোৎপন্ন জলের বিভাগ ও বিস্তৃতির আলোচনা করা হইল—

(১) **বৃষ্টির জল**—স্বভাব-লব্ধ জলের মধ্যে ইহা সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ হইলেও ইহার মধ্যে অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, এ্যামোনিয়া প্রভৃতি কয়েকটি গ্যাস মিশ্রিত থাকে। তবে প্রথম পশলার পর এই জল সংগ্রহ করিলে অধিকতর বিশুদ্ধ জল পাওয়া যাইতে পারে।

(২) **ঝরণা বা পাতকুয়ার জল**—ইহা নির্মল এবং বেশ স্বচ্ছ। ইহাতে ভাসমান অবিশুদ্ধি থাকে না। ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম, পটা-সিয়াম প্রভৃতি ঘটিত অনেক প্রকার লবণ ইহাতে দ্রবীভূত থাকে।

ঝরণার জলে যখন কঠিন ও বায়বীয় পদার্থ-সমূহ অত্যধিক পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে তখন উহাকে **খনিজ (Mineral)** জল বলা হয়। এই জলের ভিন্ন ভিন্ন রকমের স্বাদ ও গুণ দেখিতে পাওয়া যায়। এই খনিজ জল উত্তমরূপে ফুটাইয়া, উহার সহিত অল্প লবণ ও সোডিয়াম-বাই-কার্বনেট মিশাইয়া যেতলে ভরা হয়

এবং অধিক চাপে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস উহাতে দ্রবীভূত করিয়া বোতলের মুখ দৃঢ়-ভাবে বন্ধ করা হয়। ইহাই বাতাসিত (Aerated) জল।

(৩) নদীর জল—ইহাতে নানা-প্রকার বায়বীয় পদার্থ এবং নানা-প্রকার লবণ দ্রবীভূত থাকে। অদ্রবণীয় এবং ভাসমান অবিভক্তিও ইহার মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে বর্তমান। তাই, এই জল সাধারণতঃ ঘোলা হয়।

(৪) সমুদ্রের জল—সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ঘটিত নানা প্রকার লবণ ইহাতে অত্যধিক পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে বলিয়া ইহা নিতান্তই লবণাক্ত ও অব্যবহার্য।

Q. 10. What is soft and hard water ? How can hardness be removed ?

Ans. নরম জল (Soft water)—যে-জলে সাবান ব্যবহার করিলে সহজেই ফেনা হয়, তাহাই নরম জল।

কঠিন জল (Hard water)—যে-জলে সাবান ব্যবহার করিলে সহজে ফেনা হয় না, তাহাই কঠিন জল। জলের এই কাঠিন্য দুই প্রকার—(i) অস্থায়ী (Temporary hardness) ও (ii) স্থায়ী (Permanent hardness)।

(i) অস্থায়ী কঠিন জল—এই জলের কাঠিন্য সহজেই দূর করিতে পারা যায়। এই জলে ক্যালসিয়াম-বাই-কার্বনেট, ম্যাগনেসিয়াম-বাই-কার্বনেট বা উভয়ই দ্রবীভূত থাকে। ইহারাই জলের এই প্রকার কাঠিন্যের কারণ। ফুটাইলেই জলের এই কাঠিন্য দূরীভূত হইয়া জল নরম হয়।

(ii) স্থায়ী কঠিন জল—এই জলের কাঠিন্য সহজে দূর করিতে পারা যায় না। এই জলে ক্যালসিয়াম-সালফেট, ক্যালসিয়াম-ক্লোরাইড, ম্যাগনেসিয়াম-সালফেট বা ম্যাগনেসিয়াম-ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকে। ইহারাই জলের এই প্রকার কাঠিন্যের কারণ। ফুটাইয়া এই জলের কাঠিন্য দূর করিতে পারা যায় না ; সোডিয়াম-কার্বনেট মিশাইয়া ইহাকে নরম করিতে পারা যায়। পাতন (Distillation) দ্বারা জলের সকল রকম কাঠিন্যই দূরীভূত হয়।

Q. n. How would you prepare hydrogen in the laboratory ? What is its characteristic test ? Enumerate the different properties and uses of hydrogen.

Ans. বীক্ষণাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী—উল্ফ-বোতলে (Woulf's bottle) দস্তা (Granulated Zinc) ভরিয়া দিয়া, উহার মুখে বাষ্প-নিঃসারক নল (Delivery-tube) ও থিস্‌ল-ফানেল (Thistle-funnel) বেশ আঁট করিয়া লাগাইয়া দিতে হইবে। পরে ফানেল দিয়া বোতলের ভিতর জল-মিশ্রিত সালফিউরিক এ্যাসিড ঢালিয়া, থিস্‌ল-ফানেলের নলের মুখটি এ্যাসিডের মধ্যে ডুবাইয়া দিতে হইবে। সালফিউরিক-এ্যাসিড ও দস্তার রাসায়নিক সংযোগের ফলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে এবং নল (Delivery-tube) দিয়া বাহির হইয়া আসিবে। প্রথম যাহা বাহির হইবে তাহা খাঁটি নয়,—বায়ু-মিশ্রিত। বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গেলে, অশেষ্কাকৃত খাঁটি হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে এবং এই সময় বাষ্প-নিঃসারক নলের মুখটি একটি জল-পূর্ণ নিউম্যাটিক ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইভ্ সেলের (Bee-hive cell) ভিতর ঢুকাইয়া উহার উপর একটি জল-পূর্ণ গ্যাস-জার (Gas-jar) উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে। গ্যাস, নল দিয়া বাহিরে আসিয়া, জল নিম্নদিকে অপসারিত করিয়া গ্যাস-জারটি পূর্ণ করিবে। এইবার জারের মুখে ঢাকনি (Lid) লাগাইয়া উহাকে বাহির করিয়া আনিলেই এক-জার হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—১। বায়ু-মিশ্রিত হাইড্রোজেন বিস্ফোরক; তাই বস্তুক্ষণ হাইড্রোজেন বায়ু-মিশ্রিত থাকিবে ততক্ষণ সংগ্রহ করা উচিত নয়। বায়ু মিশ্রিত হাইড্রোজেন জ্বালাইলে দপ্‌দপ্‌ শব্দ হয়। ২। নিকটে স্পিরিট-ল্যাম্প প্রভৃতি রাখা কর্তব্য নয়। ৩। থিস্‌ল-ফানেলের নলটি এ্যাসিডের মধ্যে যেন ডুবিয়া থাকে।

পরীক্ষা—প্রজ্বলিত শলাকা গ্যাসের ভিতরে রাখিলে নিবিয়া যায় কিন্তু গ্যাস জলিতে থাকে। ইহা চূণের জল শাধা করে না।

হাইড্রোজেনের ধর্ম—ইহার বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নাই। ইহা সর্বাণেক্ষ হালকা গ্যাস। ইহা দাহ্য কিন্তু দহন-সহায় নহে। জালাইলে ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জলে পরিণত হয়। ইহা জলে ঈষৎ পরিমাণে দ্রব হয়।

হাইড্রোজেনের ব্যবহার—১। এ্যামোনিয়া প্রস্তুতের জন্ত এবং বেলুন ও এ্যারোপ্লেনে ইহা ব্যবহৃত হয়। ২। অক্সি-হাইড্রোজেন-ফ্লেম তৈয়ারীতে ইহার প্রয়োজন হয়।

Q. 12. How would you prepare oxygen in the laboratory? What is its characteristic test? Enumerate the different properties and uses of oxygen.

Ans বীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুত করিবার প্রণালী—

একটি ক্লাসে পটাসিয়াম-ক্লোরেট ৪ ভাগ ও ম্যাংগানিজ-ডাই-অক্সাইড ১ ভাগ মিশাইয়া লইতে হইবে। পরে উহার মুখে ছিদ্র যুক্ত একটি রবারের ছিপি আঁটিয়া ছিদ্র-মধ্যে একটি বাম্প-নিঃসারক নল (Delivery-tube) পরাইয়া দিতে হইবে এবং ঐ-নলের অপর মুখ জল-পূর্ণ একটি নিউম্যাটিক ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইভ সেলের (Bee-hive cell) ভিতরে প্রবেশ করাইতে হইবে। এইবার তারের জালের উপর ফ্লাস্কটিকে বসাইয়া বুনসেন-বার্নার (Bunsen-burner) সাহায্যে উত্তপ্ত করিলেই অক্সিজেন বাহির হইবে। এখন একটি জল-পূর্ণ গ্যাস-জার (Gas-jar) নিউম্যাটিক ট্রাফ-মধ্যবর্তী নলের উপর উপুড় করিয়া রাখিলে, অক্সিজেন, নিম্নদিকে জল অপসারিত করিয়া, জারটিকে পূর্ণ করিয়া ফেলিবে। এইবার জারের মুখে ঢাকনি লাগাইয়া উহাকে বাহির করিয়া আনিলেই এক-জার অক্সিজেন-গ্যাস পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—১। উত্তাপ পাইলে পটাসিয়াম-ক্লোরেট হইতে ৫ ফটিক জল

(Water of crystallisation) বাহির হইয়া কাচ-পাত্রটিকে ফাটাইয়া দিতে পারে ; এইজন্য পূর্ব হইতে পটাসিয়াম-ক্লোরেট শুকাইয়া লওয়া কৰ্তব্য । বাষ্প-নিঃসারক-নল জল হইতে বাহির করিয়া লওয়ার পূর্বে বুনসেন-বানারি বেন সরান না হয় ; অন্যথায় ঠাণ্ডা জল হঠাৎ ফ্লাস্কের মধ্যে ঢুকিয়া উৎসাকে ফাটাইয়া দিতে পারে ।

পরীক্ষা—অক্সিজেন-পূর্ণ পাত্রের মধ্যে একটি অর্ধজলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে, কাঠিটি বেশ উজ্জলভাবে জলিয়া উঠিয়া গ্যাস-জারটিকে কার্বন-ডাই-অক্সাইডে পূর্ণ করে ও নিবিয়া যায় । এইবার জারের মধ্যে পরিষ্কার চূণের জল ঢালিলে, উহা শাদা হইয়া যাইবে । জলন্ত কাঠির আশুনে গ্যাসটি নিজে জলিয়া উঠে না ।

অক্সিজেনের ধর্ম—অক্সিজেনের কোন বর্ণ বা গন্ধ নাই । ইহা অস্তকে আলায়, কিন্তু নিজে জলিতে পারে না । ইহা বায়ু অপেক্ষা দ্বিগুণ ভারী । কোন মৌলিক পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইলে, যে যৌগিক পদার্থ (Oxide) উৎপন্ন হয়, তাহানের কোন কোনটি জলে দ্রবীভূত হইলে, অম্ল (Acid) উৎপন্ন হইয়া থাকে । ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয় ।

অক্সিজেনের ব্যবহার—(১) প্রাণিগণের শ্বাসকার্যের জন্য অক্সিজেনের প্রয়োজন । (২) মৃতপ্রায় রোগীর শ্বাসকষ্ট হইলে দেহ-মধ্যে বথোচিত অক্সিজেন প্রবেশ করাইয়া রোগ উপশম করা হয় । (৩) অক্সি-হাইড্রোজেন-ফ্লেম প্রস্তুত করিবার জন্য ইহার প্রয়োজন হয় । (৪) এ্যাসিটিলিন-গ্যাসের সহিত মিশ্রিত হইয়া ইহা অক্সি-এ্যাসিটিলিন-ফ্লেম তৈয়ারী করে । এই ফ্লেম দ্বারা খাটু জুড়িবার বা গলাইবার কার্য সাধিত হয় ।

Q. 13 How would you prepare nitrogen in the laboratory ? What is its characteristic test ? Enumerate the different properties and uses of nitrogen.

Ans. বীক্ষণাগারে নাইট্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী—

একটি ফ্লাস্কে সোডিয়াম-নাইট্রেট ও গ্র্যামোনিয়াম-ক্লোরাইড মিশাইয়া লইতে হইবে। পরে উহার মুখে ছিদ্র-যুক্ত একটি রবারের ছিপি আঁটয়া দিয়া ছিদ্র-মধ্যে একটি বাষ্প-নিঃসারক-নল (Delivery-tube) পরাইয়া দিতে হইবে এবং নলটির অপর মুখ জল-পূর্ণ একটি নিউম্যাটিক-ট্রাফের (Pneumatic trough) বি-হাইড সেলের (Bee-hive cell) ভিতর প্রবেশ করাইতে হইবে। এইবার তারের জালের উপর ফ্লাস্কটি বসাইয়া বুনসেন-বানার (Bunsen-burner) সাহায্যে উত্তপ্ত করিলেই নাইট্রোজেন বাহির হইবে। এখন একটি গ্যাস-জার (Gas-jar) জল-পূর্ণ করিয়া, নিউম্যাটিক-ট্রাফের মধ্যবর্তী নলের উপর উপুড় করিয়া রাখিলে, নাইট্রোজেন, নিম্নদিকে জল অপসারিত করিয়া, জারটি পূর্ণ করিয়া ফেলিবে। এইবার জারের মুখে ঢাকনি লাগাইয়া, উহাকে বাহির করিয়া আনিগেই, এক-জার নাইট্রোজেন পাওয়া যাইবে।

সতর্কতা—গ্যাস বাতির হইতে আরম্ভ করা মাত্র, তাপ দেওয়া বন্ধ করিতে হয়। নতুবা, উত্তাপাধিক্যে হঠাৎ প্রচুর পরিমাণে গ্যাস বাহির হইয়া বিস্ফোরণ হইতে পারে।

পরীক্ষা—প্রজ্জ্বলিত দীপ-শলাকা গ্যাসের মধ্যে রাখিলে, নিবিয়া যায় ; গ্যাসও জলে না। ইহা চুণের জলকেও শাদা করে না।

নাইট্রোজেনের ধর্ম—ইহার বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নাই। ইহা বায়ু অপেক্ষা দ্রব্য হালকা। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। ইহা নিজেও জলে না, দহন কার্যের সহায়তাও করে না। ইহা অতীব নিস্তেজ পদার্থ ; সহজে কোন বস্তুর সংগেই ইহার যোগ হয় না।

নাইট্রোজেনের ব্যবহার—১। বায়ুর মধ্যে অবস্থান করায় অক্সিজেনের প্রবল দাহিকা-শক্তি প্রশমিত থাকে ; নতুবা, দ্রুত দহনের ফলে জীব-দেহের অনিষ্ট হইত। ২। জীব-দেহের পুষ্টির জন্য ইহার প্রয়োজন অত্যধিক। ৩। মাটির

উর্বরতার জন্য নাইট্রোজেন-বাতিত দ্রব্য আবশ্যক। ৪ ইহার সাহায্যে নাইট্রিক এ্যাসিড ও এ্যামোনিয়া প্রস্তুত হয়।

Q. 14. How would you prepare carbon-di-oxide in the laboratory ? What is its characteristic test ? Enumerate the different properties and uses of carbon-di-oxide.

বিক্রপাগারে কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত প্রণালী—

উল্ফ-বোতলে (Woulf's bottle) মার্ব'ল-পাথরের টুকরা ভরিয়া দিয়া উহার মুখে থিস্‌ল-ফানেল (Thistle funnel) ও বাষ্প-নিঃসারক-নল (Delivery-tube) বেশ আঁট করিয়া লাগাইয়া দিতে হইবে। পরে ফানেল দিয়া বোতলের ভিতর জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক এ্যাসিড ঢালিয়া থিস্‌ল-ফানেলের নলের মুখটি এ্যাসিডের মধ্যে ডুবাইয়া দিতে হইবে। হাইড্রোক্লোরিক এ্যাসিড ও মার্ব'লের রাসায়নিক সংযোগের ফলে, বোতলের মধ্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড-গ্যাস উৎপন্ন হইয়া নল দিয়া বাহির হইয়া আসিবে। এই সময় বাষ্প-নিঃসারক নলের মুখটি সোজা-করিয়া-বসান একটি গ্যাস-জারের ভিতর রাখিলে,—বায়ু উর্ধ্ব দিকে অপসারিত করিয়া, কার্বন-ডাই-অক্সাইড জারটিকে পূর্ণ করিবে। এইবার জারের মুখে ঢাকনি চাপা দিলেই—এক-জার কার্বন-ডাই-অক্সাইড-গ্যাস পাওয়া যাইবে।

পরীক্ষা—প্রজ্জ্বলিত দীপ-শলাকা এই গ্যাসের মধ্যে নিবিয়া যায় এবং উহার সংস্পর্শে গ্যাসটিও জ্বলিয়া উঠে না। পরিস্কার চুণের জলের ভিতর দিয়া এই গ্যাস চালাইলে, উহা প্রথমে শাদা হইয়া যায়, কিন্তু অধিক ক্রণ চালাইলে উহা আবার বর্ণ-হীন দেখায়।

কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ধর্ম—ইহা বর্ণ-হীন ; কিন্তু মিষ্ট স্বাদ ও মিষ্ট গন্ধ বিশিষ্ট। ইহা দ্রব্য অপেক্ষা প্রায় দেড়-গুণ ভারী। ইহা জলে দ্রবীভূত হয়।

ইহা দাহও নহে দহন-সহায়ও নহে। ইহা চুণের জলকে শাদা বোলাই করিয়া দেয়।

কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার—১। ইহা উদ্ভিদের খাদ্য বিশেষ ; সুতরাং মাছের পক্ষে ইহার পরোক্ষ উপকার। ২। “ফায়ার এক্টিংগুইশার” —নির্মাণে ইহার প্রয়োজন। ৩। জমান কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস, “ড্রাই আইস”-নামে নানা-রূপে ব্যবহৃত হয়। ৪। সোডা, লেমনেড্ ও বরফ প্রস্তুত করিতে এবং কৃত্রিম উপায়ে কোন বস্তুর উষ্ণতা কমাইবার জন্তও ইহা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

জ্যোতির্বিদ্যা

Q. 1. Write short notes on (a) Nebulae, (b) Milky way, (c) Constellations, (d) Stars and Planets, (e) Satellites, (f) Asteroids, (g) Comets and (h) Meteors.

Ans. (a) নীহারিকা (Nebulae)—“আমাদের এই নক্ষত্রটির (দৃশ্যের) চেয়ে বহুগুণ বড়ো জ্যোতিষ্কদের সম্মান পাওয়া গেছে, তাদের নাম দেওয়া হয়েছে নীহারিকা। রাত্রের আকাশে খালি চোখে তাদের দেখতে পাই লেগে দেওয়া খানিকটা আলো।বিজ্ঞানীরা অনুমান করেন, সৃষ্টিতে রূপবৈচিত্র্যের পালা আরম্ভ হবার অনেক আগে কেবল ছিল একটা পরিব্যাপ্ত জলন্ত বাষ্প।কোটি কোটি বছর ধরে কালে কালে তা ঠাণ্ডা হচ্ছে। তাপ ক্রমশে ক্রমশে গ্যাস থেকে ছোট ছোট টুকরা ঘন হয়ে ভেঙে পড়ছে। এই বিপুল-সংখ্যক কণা একজোট হয়ে নীহারিকা গড়ে তুলছে।গরম জিনিস যত ঠাণ্ডা হতে থাকে, তার ভিতরকার অণু হোতে থাকে ঘন, বাহিরের দিকে দিতে থাকে ঠেলা। নীহারিকায় সেই দশা ঘটে। ঠাণ্ডা হতেই অণুগুলোর বাহির-মুখো ঠেলায় নীহারিকা ঘুর খেতে থাকে।নীহারিকার ঘোরার বেগ যখন অত্যন্ত বেড়ে চলে, তখন তার উপর থেকে সব জলন্ত গ্যাসের খণ্ড আলাগা হয়ে ছুটে গেল। তারাই ক্রমে আপন আলো ও তাপ অনেক পরিমাণে খরচ করে নক্ষত্ররূপ ধরেছে।”

— বিশ্বপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর

(b) ছায়াপথ (Milky way)—রাত্রিতে আকাশ নির্মল থাকিলে উহার একপ্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত একটি শাদা পথ লক্ষ্য করা যায়।

ইহাই ছায়া-পথ। কোটি কোটি তারা একত্রিত হইয়া এই পথ সৃষ্টি করে এবং ইহাকে উজ্জল করিয়া রাখে।

(c) নক্ষত্র-মণ্ডল (Constellation)—বৈজ্ঞানিকগণ এক একটি বিশিষ্ট নক্ষত্র ও তৎপার্শ্ববর্তী কতকগুলি ছোট ছোট নক্ষত্র লইয়া আকাশকে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে ভাগ করিয়াছেন এবং প্রত্যেক অংশের পৃথক পৃথক নাম দিয়াছেন। আকাশের এইরূপ এক একটি অংশই নক্ষত্র-মণ্ডল।

(d) নক্ষত্র ও গ্রহ (Stars and Planets)—রাত্রিতে নির্বেশ আকাশের দিকে চাহিলে যে অসংখ্য উজ্জল আলোক বিন্দু দেখিতে পাওয়া যায়, তাহাদের কতকগুলিকে নক্ষত্র এবং কতকগুলিকে গ্রহ বলা হয়। নিম্নে নক্ষত্র এবং গ্রহের মধ্যে পার্থক্য দেখান হইল—

নক্ষত্র	গ্রহ
১। ইহার নীহারিকা হইতে উৎপন্ন হয়।	১। ইহার নক্ষত্র (স্বর্ষ) হইতে উৎপন্ন হয়।
২। ইহার বহুদূরে অবস্থিত।	২। ইহার অপেক্ষাকৃত অনন্যদূরে অবস্থিত।
৩। ইহাদের আলোক চঞ্চল বলিয়া মনে হয় (মিটমিট করে)।	৩। ইহাদের আলোক স্থির বলিয়া মনে হয় (মিটমিট করে না)।
৪। দূরবীক্ষণ দিয়া দেখিলে ইহাদিগকে বিশেষ বড় বলিয়া মনে হয় না।	৪। দূরবীক্ষণ দিয়া দেখিলে ইহাদিগকে বেশ বড় দেখায়।
৫। নীহারিকার একটি কেন্দ্রের চারিদিকে ইহার গুরিয়া থাকে।	৫। নক্ষত্রের (স্বর্ষের) চারিদিকে ইহার গুরিয়া থাকে।
৬। ইহার সহজে স্থান পরিবর্তন করে না বলিয়া ইহাদিগকে সহজে চিনিতে পারা যায়।	৬। ইহার অনবরত স্থান পরিবর্তন করে বলিয়া ইহাদিগকে সহজে চিনিতে পারা যায় না।

(e) উপগ্রহ (Satellites)—যাহারা স্বর্ষকে প্রদক্ষিণ করে তাহার গ্রহ

এবং শুধু তাহা এঁকে প্রদক্ষিণ করে তাহারা উপগ্রহ (Satellites)। চন্দ্র পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে ; উহা পৃথিবীর একটি উপগ্রহ।

(f) গ্রহিকা (Asteroids) — বৃহস্পতি ও মঙ্গলের কক্ষ-পথের মাঝখানে সিরিস (Ceres), এরোস (Eros) প্রভৃতি বহু বহু হাজার ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র গ্রহ ঝাঁকে ঝাঁকে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে। ইহারাই গ্রহিকা (Asteroids)। বৈজ্ঞানিকগণ ইহাদিগকে একটি আস্ত্র গ্রহেরই ভগ্নাবশেষ বলিয়া মনে করেন।

cf. রবীন্দ্রনাথ—“টুকরোগুলোকে কোন একটা আস্ত্র গ্রহেরই ভগ্নাবশেষ ব’লে মনে করা যেতে পারে। নিজের ভিতরকারই কোন উৎপাত কিংবা প্রতিবেশী কোন গ্রহের আঘাত লেগে একদা এর একটা বিপ্লবের সময় গিয়েছে ; সেই ইতিহাস-বিশ্বতুর্যোগ আপন অধ্যাত আবর্জনাগুলোকে সূর্যের চারিদিকে ঘুর খাইয়ে কোনমতে রীতি রক্ষা করছে।”

(g) ধুম-কেতু (Comet)—নক্ষত্র, গ্রহ ও উপগ্রহ ব্যতীত আরও এক রকম জ্যোতিষ্ক মাঝে মাঝে দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার নাম ধুম-কেতু। ইহাদের সৃষ্টি সম্বন্ধে ঠিকমত কোন সিদ্ধান্তে পৌঁছিতে পারা যায় নাই।

ইহাদের দেখকে তিন ভাগে বিভক্ত করিতে পারা যায়। সর্বাপেক্ষা উজ্জল অংশটি উহার কেন্দ্র (Nucleus) ; ইহারই পরবর্তী খানিকটা আলোকিত অংশ উহার মূণ্ড (Head) এবং মূণ্ডের পশ্চাতের অংশই উহার পুচ্ছ (Tail)। কাহারও পুচ্ছ থাকে ; কাহারও পুচ্ছ থাকে না ; আবার কাহারও বা অনেকগুলি করিয়া পুচ্ছ থাকে। এই পুচ্ছগুলি অতিস্থল একপ্রকার গ্যাসদ্বারা নির্মিত।

ধুম-কেতু যতই সূর্যের নিকটবর্তী হয় উহার কেন্দ্রটি ততই উজ্জল হয় এবং পুচ্ছটিও লম্বা হইতে থাকে। ইহা হইতে অনেকে মনে করেন যে মূণ্ডটি কঠিন পদার্থ-নির্মিত ডেলা বিশেষ। উহা যতই সূর্যের নিকটবর্তী হয়, উত্তাপ লাগিয়া ততই উহা বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং এই বাষ্প-রাশি কোন কারণে সূর্যের বিপরীত দিকে প্রসারিত হইয়া পুচ্ছ সৃষ্টি করে।

উপবৃত্তাকার (Elliptica), অতিবৃত্তাকার (Parabolic) এবং পরাবৃত্তাকার

(Hyper-bolic)—এই তিন রকম পথে ইহারা ভ্রমণ করে। যাহারা

পথে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে তাহাদিগকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর দেখা যায়।
হ্যালির ধূম-কেতু (Halley's comet) এই ধরনের। ইহাকে ৭৫।৭৬ বৎসর অন্তর
অন্তর একবার দেখিতে পাওয়া যায়। ১৯১০ সালে ইহাকে দেখা গিয়াছিল এবং
১৯৮৬ সালে ইহাকে আবার দেখিতে পাইবার কথা।

(h) উদ্ধা-পিণ্ড (Meteor)—সূর্যের আকর্ষণে ধূম কেতু সময় সময় চূর্ণ বিচূর্ণ
হইয়া যায়। এই চূর্ণগুলি উপবৃত্তাকার পথে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে। ইহারাই
উদ্ধা-পিণ্ড। পৃথিবীর নিকটবর্তী হইলে পৃথিবীর আকর্ষণে উহার কক্ষ-চ্যুত
হইয়া খসিয়া পড়ে। তীব্র বেগে পৃথিবীতে আসিবার সময়, পৃথিবীর বায়ু-মণ্ডলের
সহিত সংঘর্ষে উহার আলিয়া পুড়িয়া ছাই হইয়া যায়। ২১শে এপ্রিল, ১৯১১ ই
আগষ্ট, ১২, ১৩, ১৪ ই ও ২৭শে নভেম্বর রাত্রিতে 'উদ্ধাবৃষ্টির আতশবাজি' একটি
দেখিবার মত জিনিস। এই সময় পৃথিবীকে উদ্ধার পথ ভেদ করিয়া বাইতে
হয়। উদ্ধার কোন আলোক নাই; উহা নিকেল, লৌহ প্রভৃতি ধাতুদ্বারা
গঠিত।

Q. 2. What do you mean by (a) Ecliptic, (b)
'belt of the Zodiac and (c) signs of the Zodiac?
How can the signs of the Zodiac be located in the
sky?

Ans. ক্রান্তি-বৃত্ত (Ecliptic)—বার্ষিক গতির সাহায্যে পৃথিবী যে-পথে
সূর্যকে ৩৬৫½ দিনে একবার প্রদক্ষিণ করে তাহাই ক্রান্তি-বৃত্ত।

রাশি-চক্র (Belt of the Zodiac)—ক্রান্তি-বৃত্ত (Ecliptic) হইতে
৮° উত্তরে ও ৮° দক্ষিণে, উহার সহিত সমান্তরাল দুইটি বৃত্ত করনা করিলে যে
প্রশস্ত বন্ধনীর (Belt) সৃষ্টি হয়, তাহাই রাশি-চক্র।

রাশি (Sign of the Zodiac)—বৈজ্ঞানিকগণ রাশি-চক্রকে সমান বার
ভাগে ভাগ করিয়া এক একটি ভাগকে এক একটি রাশি বলিয়া থাকেন। রাশির

অন্তর্গত নক্ষত্রগুলির যিগনে যে আকৃতি করনা করা যায় তদনুসারেই রাশি-
গুলির নাম-করণ হইয়া থাকে। এইরূপে বারটি রাশির নাম (১) মেষ (Aries)
(২) বৃষ (Taurus) (৩) মিথুন (Gemini) (৪) কর্কট (Cancer) (৫) সিংহ
(Leo) (৬) কন্ডা (Virgo) (৭) তুলা (Libra) (৮) বৃশ্চিক (Scorpio) (৯)
ধনু (Sagittarius) (১০) মকর (Capricornus) (১১) কুম্ভ (Aquarius)
(১২) মীন (Pisces)।

বৈশাখ মাসের প্রারম্ভে সূর্যাস্তের প্রায় দুই ঘণ্টা পরে আকাশের দিকে
চাহিয়া দেখিলে রাশি-চক্রের মধ্যে পূর্ব-ক্টিভিজ (Horizon) হইতে আরম্ভ করিয়া
পশ্চিম-ক্টিভিজ পর্যন্ত তুলা, কন্ডা, সিংহ, কর্কট, মিথুন এবং বৃষ রাশিকে পর পর
দেখিতে পাওয়া যায়; আবার কাতিকের প্রারম্ভে সূর্যাস্তের প্রায় দুই ঘণ্টা পরে,
মেঘ, মীন, কুম্ভ, মকর, ধনু এবং বৃশ্চিক রাশিকেও পর পর দেখিতে পাওয়া যায়।

Q. 3. Name and describe some of the important
constellations of the sky.

Ans. সপ্তর্ষি-মণ্ডল—সাতটি দ্বিতীয়-শ্রেণীর উজ্জল নক্ষত্র জিজ্ঞাসার চিহ্নের
(?) আকারে উত্তর-আকাশে সজ্জিত থাকে। ইহাই সপ্তর্ষি-মণ্ডল (Ursa major)।
জিজ্ঞাসার চিহ্নের মাথা হইতে লেজ পর্যন্ত যে সাতটি নক্ষত্র থাকে ভারতবর্ষের
সাতটি প্রাচীন ঋষির নাম অনুযায়ী, তাহাদিগকে যথাক্রমে (১) ক্রতু (২) পুলহ
(৩) পুলস্ত্য (৪) অত্রি (৫) অংগিরা (৬) বশিষ্ঠ এবং (৭) মরীচি বলা হয়।
ভনুকের আকৃতি করনা করিয়া ইংরাজেবা ইহাকে Great bear নাম দিয়াছেন।
সপ্তর্ষি-মণ্ডলের পুলহ ও ক্রতুকে এক সরল-রেখা দ্বারা যোগ করিয়া উত্তর-
আকাশের দিকে বাড়াইয়া দিলে—উহা কুব-তারা নিকট দিয়া যায়।

লঘু-সপ্তর্ষি-মণ্ডল—উত্তর-আকাশে কুব ও আরও ছয়টি চতুর্থ-শ্রেণীর নক্ষত্র
সপ্তর্ষির আকারে সজ্জিত হইয়া একটি নক্ষত্র-মণ্ডল গঠিত করিয়াছে। ইহাকে লঘু-
সপ্তর্ষি-মণ্ডল বা শিশুমার (Ursa minor) বলা হয়। ভনুকের আকৃতি

করনা করিয়া ইংরাজেরা ইহাকে Little bear বলিয়া থাকেন। বাংলাদেশ হইতে ইহাকে বৎসরের সকল সময়ই দেখিতে পাওয়া যায়।

ক্যাসিওপিয়া—ঋব-তারার যে-দিকে সপ্তর্ষিমণ্ডল তাহার বিপরীত দিকে পাঁচটি তৃতীয়-শ্রেণীর নক্ষত্র ইংরাজী M বা W আকারে সজ্জিত হইয়া একটি নক্ষত্র-মণ্ডল সৃষ্টি করিয়াছে। ইহার নাম ক্যাসিওপিয়া। শীতকালে সপ্তর্ষি-মণ্ডল যখন দেখা যায় না, তখন উত্তর-আকাশে ইহাকে দেখা যায় এবং ইহারই সাহায্যে ঋব-নক্ষত্রকে সহজে চিনিতে পারা যায়।

পেগাসাস্—এ্যান্ড্রোমেডা—পারসিউস-মণ্ডল—এই তিনটি মণ্ডল ক্যাসিওপিয়ার উত্তর-পূর্বে অবস্থিত। (i) উপরে চারি কোণে চারিটি নক্ষত্র মিলিয়া ঘূড়ির আকারে সজ্জিত পেগাসাস্ (Pegasus)। ইহার তিন কোণে তিনটি উজ্জল নক্ষত্র—(১) পূর্বভাদ্রপদ (Markale), (২) উত্তরভাদ্রপদ (Alpheratiz) এবং (৩) গোপদ (Algenib)।

(ii) পেগাসাসের এক কোণ হইতে তিনটি নক্ষত্র এক রেখায় থাকিয়া যে নক্ষত্র-মণ্ডলের সৃষ্টি করে তাহাই এ্যান্ড্রোমেডা (Andromeda)। ইহাকে পেগাসাসের লেজের মত দেখায়।

(iii) এই লেজের সর্বশেষ নক্ষত্রটির চারিদিকে কতকগুলি নক্ষত্র একত্র হইয়া যে নক্ষত্র-মণ্ডল গঠন করে—তাহাই পারসিউস (Perseus)। এই মণ্ডলের উজ্জল তারাটির নাম আল্‌গল (Algol) বা দৈত্য-তারা। ইহারই অনতিদূরে সাতটি ছোট ছোট নক্ষত্র দ্বারা গঠিত ক্লডিকা বা সাতভাই (Pleiades) নক্ষত্র-মণ্ডল।

কাল-পুরুষ—ছোট-কেনিস—বড়-কেনিস মণ্ডল—বৈশাখের সন্ধ্যায় পশ্চিম-আকাশের এবং অগ্রহায়ণের শেষভাগ ও পৌষের প্রথম ভাগে পূর্ব আকাশের বিখ্যাত নক্ষত্রমণ্ডল কাল-পুরুষ (Orion)। বাণ-রাজা (Rigel) এবং আর্জা (Betelgeux) ইহার দুইটি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র। ইহার নক্ষত্রগুলিকে

কান্ননি রেখা দ্বারা সংযুক্ত করিলে একটি মাম্বরের (ব্যাথের) মত দেখায়। ইহার হাতে ধনু, কোমরে কোমর-বন্ধ, কোমর-বন্ধে তলোয়ার খুলান, সংগে দুইটি কুকুর—
(i) ছোট-কেনিস (ii) বড়-কেনিস এবং উহা বেন বুধকে (Taurus) মারিতে উত্তত হইয়াছে।

(i) ছোট-কেনিস—কাল-পুরুষের পূর্বদিকে সরমা (Procyon) নামে একটি উজল তারা দেখিতে পাওয়া যায়। উহা বেন-নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম ছোটকেনিস (Canis minor)।

(ii) বড়-কেনিস—কাল-পুরুষের ডান পায়ের নিকট লুক্ক (Sirius) নামে একটি উজল তারা দেখা যায়। উহা সর্বপেক্ষা উজল তারা এবং উহা বেন-নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম বড়-কেনিস (Canis major)।

বুটিস—সপ্তর্ষির দক্ষিণ-পশ্চিমে এবং কিঙ্কি উপরে একটি প্রথম-শ্রেণীর লাল রঙের তারা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহা স্বাতী (Areturus)। ইহা বেন-নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত তাহার নাম বুটিস (Bootes)। গ্রীষ্মকালে ইহাকে পূর্বাকাশে এবং শরতের প্রারম্ভে ইহাকে পশ্চিম-আকাশে দেখিতে পাওয়া যায়।

সিংহ-মণ্ডল—সপ্তর্ষির ক্রতু ও পুলহকে যোগ করিয়া রেখাটি উপরদিকে বাড়াইয়া দিলে উহা কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তারকা-গুচ্ছের মধ্যে আসিয়া পড়ে। ইহা লঘু-সিংহ-মণ্ডল (Leo minor)। রেখাটিকে আরও বাড়াইয়া দিলে উহা রাশি-চক্র-স্থিত বেন বড়-নক্ষত্র-মণ্ডলের মধ্যে পৌছায় তাহাই সিংহ-মণ্ডল। সিংহের আকৃতির সহিত ইহার অনেকটা সাদৃশ্য দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার পায়ের নিকট একটি প্রথম-শ্রেণীর তারা থাকে তাহার নাম মঘা (Regulus) এবং লেজের দিকে একটি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র থাকে তাহার নাম উত্তরকম্বলী (Denebola)।

Q. 4. What do you mean by 'Stars of first magnitude, ? Name some of such stars and the constellations they belong to.

Ans. নক্ষত্রগুলি পৃথিবী হইতে সমান দূরে নয় এবং সমান দূরত্বেরও নহে; এইজন্য ইহাদিগকে সমান উজ্জলও দেখায় না। উজ্জলতার তারতম্যে নক্ষত্রগুলিকে ১৪টি শ্রেণীতে ভাগ করা হইয়াছে। সর্বাপেক্ষা উজ্জল কুড়িটি নক্ষত্র প্রথম-শ্রেণীর অন্তর্গত এবং ইহাদিগকে প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র (Stars of first magnitude) বলা হয়। নিয়ে কতকগুলি প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র ও তাহাদের নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম দেওয়া হইল—

নক্ষত্রের নাম	নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম	নক্ষত্রের নাম	নক্ষত্র-মণ্ডলের নাম
রোহিণী (Aldebaran)—বৃষ (Taurus)	আর্জি (Betelgeaux)—কাল-পুরুষ (Orion)		
১ম পুনর্বহু (Pollux)—মিথুন (Gemini)	স্বাতী (Arcturus)—বৃটিস্ (Bootes)		
মঘা (Regulus)—সিংহ (Leonis)	শ্রবণা (Altair)—একুইলি (Aquilae)		
উত্তরফল্গুনী (Denebola)—সিংহ (Leonis)	অভিজিৎ (Vega)—লাইরা (Lyrae)		
চিত্রা (Spica)—কন্তা (Virgo)	লুকক (Sirius)—বৃহৎ কুকুর (Canis-major)		
জ্যোষ্ঠা (Antares)—বৃশ্চিক (Scorpio)	অগস্ত্য (Canopus)—আর্গাস (Argus)		
কমলহাউট (Fomal-	সরমা (Procyon)—ক্ষুদ্র কুকুর (Canis-minor)		
haut)—পিসিস্ (Pisces)	বাণ রাজা (Rigel)—কালপুরুষ (Orionis)		
আল্ফা সেন্টরি—(Alpha Centauri)			

Q. 5. Write short notes on—(a) Pole-star (b) Hadley's octant (c) Sirius and (d) Alpha Centauri.

Ans. (a) **ক্রুব-তার** (Pole star)—রাত্রিতে নির্ধেব আকাশের দিকে চাহিয়া দেখিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে উত্তর-আকাশে একটি দ্বিতীয়-শ্রেণীর অম্লোজল নক্ষত্রকে কেন্দ্র করিয়া অসংখ্য নক্ষত্রগুলি পূর্ব হইতে পশ্চিমে ঘুরিতেছে এবং কেন্দ্র এই নক্ষত্রটি নিশ্চল অবস্থায় রহিয়াছে। নিশ্চল বলিয়া এই নক্ষত্রটিকে **ক্রুব নক্ষত্র** বা **ক্রুব-তার** বলা হয় এবং উত্তর-মেরুর অভিনির্দেশে

অবস্থিত বলিয়া ইংরাজীতে ইহাকে Polaris বা Pole-star বলা ভইয়া থাকে। ইহা লঘু সপ্তর্ষি-মণ্ডলের (Ursa minor) অন্তর্গত। সপ্তর্ষির পুলহ ও ক্রতুকে একটি সরল-রেখার দ্বারা যোগ করিয়া উত্তর দিকে বাড়াইয়া দিলে উহা ধ্রুব-নক্ষত্রের নিকট দিয়া যায়। দিগদর্শন-যন্ত্রের আবিষ্কারের পূর্বে সমুদ্র-বক্ষে ভাসমান দিগ্‌ভ্রান্ত নাবিক ইহারই সাহায্যে দিগ্‌নির্ণয় করিয়া আশ্রয়লাভ করিত।

(b) হ্যাডলির অক্ট্যান্ট (Hadley's Octant)—দক্ষিণ-মেরুতে ধ্রুব-তারারই অনুরূপ একটি নক্ষত্র আছে উহাকেই হ্যাডলির অক্ট্যান্ট বলা হয়।

(c) লুব্ধক (Sirius)—ইহা বৃহৎ-কুকুর (Canis major) নামক নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র বিশেষ। ইহা আকাশ-মণ্ডলের সর্বাপেক্ষা উজ্জ্বল নক্ষত্র।

(d) আল্ফা-সেন্টরি (Alpha Centauri)—ইহা ঐ-নামের নক্ষত্র-মণ্ডলের অন্তর্গত প্রথম-শ্রেণীর নক্ষত্র বিশেষ। সূর্য ব্যতীত পৃথিবীর সর্বাপেক্ষা নিকট-বর্তী নক্ষত্র এই আল্ফা-সেন্টরি (Alpha Centauri)।

Q. 6. Write a short essay on “The sun”, dwelling mainly on the following points:—sun—what it is—its shape and size—its distance from the earth—materials of the sun and the state in which they exist—the interior of the sun and the cause of its intense heat—Sun-spot—photo-sphere reversing layer—chromo-sphere—corona.

Ans. (a) সূর্য একটি নক্ষত্র। পৃথিব্যাদি গ্রহ, চন্দ্রাদি উপগ্রহ এবং ধূম-কেতু প্রভৃতি জ্যোতিষ্ক ইহারই প্রচণ্ড আকর্ষণে, ইহাকে কেন্দ্র করিয়া ঘুরিয়া বেড়ায়। (b) ইহার মেরু-ব্যাস (Polar diameter) ও বিষুব-ব্যাস (Equatorial diameter) একই দৈর্ঘ্যের; সুতরাং উহা যে সম্পূর্ণ গোলাকার সে বিষয়ে

কিছুমান সন্দেহ নাই। সূর্যের আয়তন পৃথিবীর আয়তন
বড়। (c) ইহা পৃথিবী হইতে ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত।

(d) সূর্যের উপাদান—পৃথিব্যাদি গ্রহ সূর্য হইতেই উৎপন্ন; সুতরাং যে যে মৌলিক পদার্থ দ্বারা পৃথিবী গঠিত সূর্যও সেই সকল উপাদানেই গঠিত। তবে সূর্যের অভ্যন্তরেব প্রচণ্ড উত্তাপে উপাদানগুলি কঠিন, তরল, বায়বীয়—সকল প্রকার অবস্থা অতিক্রম করিয়া ভাঙা পরমাণুর এক কল্লনাভীত অবস্থায় পর্যবসিত। বর্ণালি-বিশ্লেষণ-পরীক্ষা দ্বারা সূর্যের উপাদান সম্বন্ধে বিজ্ঞানীগণ প্রভূত জ্ঞান অর্জন কবিয়াছেন।

(e) সূর্য-তাপের হেতু—“সূর্যের উপরিতলে পরমাণু ভাঙনের কাজ চলছে। এই উপরিতল পার হয়ে যদি ভিতরে পরীক্ষা করা সম্ভব হোত, তা হোলে দেখা যেত পরমাণুগুলো সম্পূর্ণ গেছে ভেঙে। পদার্থেব সে-অবস্থার কোনো অভিজ্ঞতাই আমাদের নাই। বিজ্ঞানীরা বলেন পরমাণু ভাঙনের প্রক্রিয়া থেকে যে তেজ বেরায় সে অতি প্রচণ্ড। যে উত্তপ্ত জ্যোতিষ্কের মধ্যে পরমাণুর এই রকম রূপ বদলেব উদ্বেগনা কেবলি চলছে সেখানে তাব আর ঠাণ্ডা হবার সময় থাকে না। তাই কোটি কোটি বছর ধবে এই প্রলয়ের ক্ষোভে সূর্যেব তাপ কমতে দিচ্ছে না।”

—বিষমপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ।

(f) সূর্য-কলংক—সূর্যের ভিতর হইতে মাঝে মাঝে অগ্ন্যুৎপাত হয়। এই সময় উহার অভ্যন্তর-ভাগ হইতে বাষ্পবাশি প্রচণ্ড বেগে বাহির হয় এবং আলোক-মণ্ডল ভেদ করিয়া উর্ধ্বে উৎক্ষিপ্ত হয়। বাহিরে আলিবাষ্মাত্র উহাদের চাপ কমিয়া যায় বলিয়া তাপ মাত্রাও চের কম হয় এবং আলোক-মণ্ডলের অন্তর অংশের তুলনায় উহাব ঔজ্জ্বল্য এত কম হয় যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রে ঐ-গুলিকে কতক-গুলি কাল দাগের মত দেখায়। এই কাল দাগগুলিই সূর্য কলংক (Sun-spot)। এই দাগগুলির ঘূর্ণন লক্ষ্য করিয়া বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে পৃথিবীর জায় সূর্যও মেরু-দণ্ডের চারিদিকে ঘুরে এবং সম্পূর্ণরূপে একবার ঘুরিয়া আসিতে উহার সাতাশ দিন সময় লাগে।

(i) আলোক-মণ্ডল—সূর্যের বাহিরের আলোক ; এইসকল ইহাকে

Photo-sphere) বলা হয়। সূর্য হইতে আমরা যে আলোক পাই, প্রায়
সবসময় হইতে নিঃসৃত হয়।

(ii) বিশোধন-মণ্ডল—আলোক-মণ্ডলের বাহিরের আবরণকে বিশোধন-
মণ্ডল (Reversing-layer) বলা হইয়া থাকে। আলোক যখন ইহার ভিতর
দিয়া যায় তখন এই স্থানের উত্তপ্ত বাষ্পরাশি উহার মধ্যস্থিত স্ব স্ব বর্ণালি শোষণ
করিয়া লয়।

(iii) বর্ণ-মণ্ডল—বিশোধন-মণ্ডলের বাহিরের প্রদীপ্ত এবং বর্ণবর্ণ আবরণ-
টিকে বর্ণ-মণ্ডল (Chromo-sphere) বলা হয়।

(iv) ছটা-মণ্ডল—বর্ণ-মণ্ডলকে ঘিরিয়া বহু-দূর-ব্যাপী এক শালা মণ্ডল
আছে তাহাকে ছটা-মণ্ডল (Corona) বলা হয়। পূর্ণ সূর্য-গ্রহণের সময় ব্যতীত
অন্য-কোন সময় বর্ণ-মণ্ডল ও ছটা-মণ্ডল দেখিতে পাওয়া যায় না।

Q. 7. (a) Describe the solar system ; (b) state
how earth and other planets came into existence ;
(c) give a brief account of all the planets of the
solar system.

Ans. (a) সৌর জগৎ—সূর্য একটি নক্ষত্র। সূর্যকে কেন্দ্র করিয়া বাহারা
পরিভ্রমণ করে তাহারা গ্রহ, এবং গ্রহকে কেন্দ্র করিয়া বাহারা পরিভ্রমণ
করে তাহারা উপগ্রহ। সূর্য, গ্রহ, উপগ্রহ প্রভৃতি লইয়া যে জগৎ—তাহাকেই
আমরা সৌর জগৎ (Solar system) বলিয়া থাকি। গ্রহাণুপুঞ্জ বাদ দিলে
সৌর-জগতে মাত্র নয়টি বড় বড় গ্রহ দেখিতে পাওয়া যায়। গ্রহগুলির মধ্যে
কাহারও উপগ্রহ আছে, কাহারও উপগ্রহ নাই। বাহাদের আছে তাহাদের
কাহারও উপগ্রহ সংখ্যা এক এবং কাহারও বা একাধিক। প্রত্যেক গ্রহেরই

হুই রকমের গতি দেখিতে পাওয়া যায়—(১) আবর্তন (Rotation)—এই গতি দ্বারা উহার আপন মেরুদণ্ডের চারিদিকে ঘুরিয়া থাকে ; (২) পরিক্রমণ (Revolution)—এই গতি দ্বারা উহার নিজ নিজ কক্ষপথে নির্দিষ্ট সময়ে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া থাকে । সব গ্রহগুলির আয়তন সমান নয় এবং সূর্য হইতে উহার সমান দূরেও থাকে না । সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী গ্রহ বুধ, তারপর শুক্র, পৃথিবী, মঙ্গল, গ্রহাণু-পুঞ্জ, বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, নেপচুন, এবং প্লুটো ক্রমশঃ দূর হইতে অধিকতর দূরবর্তী ।

(b) গ্রহোৎপত্তির ইতিহাস—“কেউ কেউ আন্দাজ করেন যে প্রায় ছশো কোটি বছর আগে...একটা প্রকাণ্ড নক্ষত্র এসে পড়েছিল তখনকার সূর্যের কাছে। ঐ-নক্ষত্রের টানে সূর্যের মধ্যে প্রচণ্ডবেগে উথলে উঠল অগ্নি-বাপের জোয়ারের ঢেউ। অবশেষে টানের চোটে কোন কোন ঢেউ বেড়ে উঠতে উঠতে ছিঁড়ে বেরিয়ে গেল। সেই বড়ো নক্ষত্র হরত এদের কতকগুলোকে আত্মসাৎ করে থাকবে, বাকি টুকরোগুলো সূর্যের প্রবল টানে তখন থেকে ঘুরতে লাগল সূর্যের চারিদিকে। এই ছোটো বড়ো অসংখ্য বাষ্পের টুকরোগুলি থেকেই গ্রহদের উৎপত্তি ; পৃথিবী তাদেরই মধ্যে একটি। এরা ক্রমশঃ আপন তেজ ছড়িয়ে দিয়ে ঠাণ্ডা হয়ে গ্রহের আকার ধরেছে।”

—বিশ্বপরিচয়, রবীন্দ্রনাথ

(c) গ্রহগণের সংক্ষিপ্ত পরিচয়—

(i) বুধ—ইহা সর্বাপেক্ষা ছোট এবং সূর্যের সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে ৩ কোটি ৫৯ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। উপবৃত্তাকার পথে সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসিতে ইহার লাগে ৮৮ দিন ; তাই উষা-তারকা বা সন্ধ্যা-তারকা রূপে উহাকে আমরা বৎসরে ৮ বার মাত্র দেখিতে পাই। পরিক্রমণ কালে বুধের একটা দিকই চিরকাল সূর্যের দিকে ফিরিয়া থাকে। চন্দের দ্বারা ইহার কলার হাস-বুদ্বি হয়। ইহার উপগ্রহ নাই, বায়ু মণ্ডলও নাই।

(ii) **শুক্ৰ**—ইহা পৃথিবীর সর্বাপেক্ষা নিকটে থাকে ; এইজন্য ইহাকে খুব বেশী উজ্জল দেখায়। ইহা সূর্য হইতে ৬ কোটি ৭০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ব্রহ্মাকার পথে সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসিতে ইহার লাগে প্রায় ২২৫ দিন। বৎসরে কয়েক সপ্তাহ **সন্ধ্যা-তারার** রূপে এবং কয়েক সপ্তাহ **প্রভাতী-তারার** বা **শুক-তারার** রূপে ইহাকে দেখিতে পাওয়া যায়। চন্দ্ৰের জায়গায় ইহার কলার হ্রাস-বৃদ্ধি হয়। ইহাতে বায়ুমণ্ডল আছে। বুধের জায়গায় ইহারও কোন উপগ্রহ নাই।

(iii) **পৃথিবী**—ইহা সূর্য হইতে ৯ কোটি ৩০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার আকার গোল, তবে উত্তর-দক্ষিণে কিঞ্চিৎ চাপা। ইহার বিষুব-ব্যাস ৭৯২৬ মাইল, মেরু-ব্যাস ৭৯০০ মাইল এবং পরিধি ২৫০০০ মাইল। আবর্তন-গতি দ্বারা মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিতে ইহার লাগে ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট এবং পরিক্রমণ-গতি দ্বারা সূর্যকে একবার ঘুরিয়া আসিতে ইহার লাগে ৩৬৫ $\frac{১}{৪}$ দিন। পৃথিবীর একটি মাত্র উপগ্রহ—**চন্দ্র**।

(iv) **মংগল**—ইহা সূর্য হইতে গড়ে ১৪ কোটি ১০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। ইহা উপবৃত্ত-পথে সূর্যকে ৬৮৭ দিনে একবার পরিক্রমণ করিয়া আসে। আবর্তন-গতি দ্বারা মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিয়া আসিতে ইহার লাগে ২৪ ঘণ্টা ৩৭ মিনিট। মংগলে বাতাসও আছে, জলও আছে—তাই, এ-গ্রহে প্রাণী থাকার সম্ভাব্য নয় বলিয়া অনেকে অনুমান করেন। ইহার দুইটি উপগ্রহ—**ডীমস** (Deemos) ও **ফোবাস** (Phobas)।

(v) **বৃহস্পতি**—আয়তনে গ্রহদিগের মধ্যে ইহা বৃহত্তম। সমস্ত গ্রহগুলি একত্র করিলেও ইহার সমান হয় না। ইহা সূর্য হইতে ৪৮ কোটি ২০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ৯ ঘণ্টা ৫৫ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ১২ বৎসর। বৃহস্পতির বায়ু-মণ্ডল আছে এবং উহাতে বহু ঝড় উঠে তাহা পৃথিবীর ঝড় অপেক্ষা

অনেক প্রবল। ইহার হাওয়ায় এ্যামোনিয়া ও আলেয়া-গ্যাস মিশ্রিত থাকে। ইহার নয়টি উপগ্রহ।

(vi) শনি—ইহা সূর্য হইতে ৮৮ কোটি ৪০ লক্ষ মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ১০ ঘণ্টা ১৪ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ২৯১০ বৎসর। ইহার আকার গোল এবং তিনটি জ্যোতির্ময় বলয় ইহাকে বেষ্টন করিয়া থাকে। শনির দশটি উপগ্রহ; উহাদের মধ্যে টাইটান (Titan) সর্বাপেক্ষা বড়, মাইমস (Mimos) সর্বাপেক্ষা নিকটবর্তী এবং ফিবে (Phoebe) সর্বাপেক্ষা দূরবর্তী।

(vii) ইউরেনাস—ইহা সূর্য হইতে ১৭৮ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার আবর্তন করিতে ইহার লাগে ৯২ ঘণ্টা এবং সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ৮৪ বৎসর। ইহার চারিটি উপগ্রহ।

(viii) নেপচুন—ইহা সূর্য হইতে প্রায় ২৭৯ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। কোন কোন পণ্ডিতের মতে, মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিতে ইহার লাগে ৭ ঘণ্টা ৫৫ মিনিট। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ১৬৫ বৎসর। ইহার একটি মাত্র উপগ্রহ।

(ix) প্লুটো—ইহা সর্বাপেক্ষা শীতল এবং সর্বাপেক্ষা দূরের গ্রহ। ইহা সূর্য হইতে প্রায় ৩৯৬ কোটি মাইল দূরে অবস্থিত। সূর্যকে একবার পরিক্রমণ করিতে ইহার লাগে প্রায় ২৪৮ বৎসর। ইহার সম্বন্ধে বিশেষ কিছুই জানিতে পারা যায় নাই।

Q. 8. Give a general description of the moon.

Ans. চন্দ্র—ইহা পৃথিবীর একটি উপগ্রহ। ইহা পৃথিবী হইতে প্রায় ২ লক্ষ ৪০ হাজার মাইল দূরে অবস্থিত। ইহার আয়তন পৃথিবীর আয়তন অপেক্ষা অনেক কম। ইহার ব্যাস মাত্র ২০০০ মাইল। ইহার আবর্তন কাল ও পৃথিবীর চারিদিকে পরিক্রমণ কাল সমান। ২৭½ দিনে চন্দ্র পৃথিবীকে একবার

পারক্রমণ করে। আবার পৃথিবীর সংগে সংগে ইহা সূর্যকেও পরিক্রমণ করিয়া থাকে। ইহার একটা পিঠই চিরকাল সূর্যের দিকে থাকে। এই পিঠের উত্তাপ প্রায় ফুটন্ত জলের সমান এবং যে-পিঠে সূর্যালোক পড়ে না তাহার তাপ-মাত্রা— (-280°) ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড্ (-240°C) এরও নিচে থাকে। চন্দ্রের দিকে চাহিলে উহার গায়ে যে কালো কালো দাগ দেখা যায়,—তাহা আয়ত্ন-গিরি এবং জল-শূন্য সমুদ্রের চিহ্ন। চন্দ্রলোকের তিনটি বিখ্যাত আয়ত্ন-গিরি—টাইকো, (Tycho), কোপারনিকাস (Copernicus) এবং কেপ্লার (Kepler)। চন্দ্রের ওজন পৃথিবীর ওজন অপেক্ষা অনেক কম। উহার আকর্ষণে পৃথিবীতে জোয়ার-ভাটা দেখিতে পাওয়া যায়। পৃথিবী ও চন্দ্রের পথের বাহিরে সূর্য থাকে বলিয়া উহার কলার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে। অত্যাশ্চর্য এই উপগ্রহের জায় চন্দ্রেরও নিজের আলোক নাই। উহা সূর্যের আলোকে আলোকিত হয়। চন্দ্রলোকে বাতাস নাই, তাই উহাতে কোন শব্দও শুনা যায় না। ইহার উপর প্রচুর উষ্ণ-বৃষ্টি হয়। জল ও বাতাস না থাকায় চন্দ্রলোক প্রাণীর বাস-যোগ্য নহে।

Q. 9. Write short notes on :—

(a) নক্ষত্র (b) তিথি (c) অমাবস্তা (d) পূর্ণিমা (e) চান্দ্র-মাস (f) চান্দ্র-বৎসর (g) নক্ষত্র-দিন (h) সৌর-দিন (i) সংক্রান্তি (j) সৌর-মাস (k) সৌর-বৎসর (l) অধি-বৎসর and (m) মলমাস।

Ans. (a) নক্ষত্র—চন্দ্রের ভ্রমণ পথ রাশি-চক্রের (Zodiac belt) অন্তর্গত এবং উহার পৃথিবী-পরিক্রমণ কাল প্রায় ২৭ দিন। এই ২৭ দিনের প্রত্যেক দিন চন্দ্র এক একটি নক্ষত্রের নিকট অবস্থান করে। এইজন্য রাশি-চক্রকে সমান ২৭ ভাগে ভাগ করিয়া প্রত্যেক ভাগকে তদন্তর্গত নক্ষত্রের নাম অনুসারে এক একটি নক্ষত্র বলা হয়। এইরূপে সমস্ত রাশিচক্র ২৭ টি নক্ষত্রে বিভক্ত। নক্ষত্রগুলির নাম—১। অশ্বিনী ২। ভরণী ৩। কৃত্তিকা ৪। রোহিণী ৫। মৃগশিরা ৬। আর্দ্রা ৬। পুনর্বসু ৮। পুষ্যা ৯। অশ্লেষা ১০। মঘা ১১। পূর্বফল্গুনী

১২। উত্তরকন্টনী ১৩। হস্তা ১৪। চিত্রা ১৫। আতি ১৬। বিশাখা ১৭।
 অম্বুরাধা ১৮। জ্যেষ্ঠা ১৯। মূল ২০। পূর্বাষাঢ়া ২১। উত্তরাষাঢ়া
 ২২। শ্রবণা ২৩। ধনিষ্ঠা ২৪। শতভিষা ২৫। পূর্বভাদ্রপদ ২৬।
 উত্তরভাদ্রপদ ২৭। রেবতী।

(b) তিথি—সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে প্রত্যেক ১২° ডিগ্রী ব্যবধানকে এক এক তিথি বলা হয়। এইরূপে সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে ৩৬০° ব্যবধান পর্যন্ত ত্রিশটি তিথি পাওয়া যায়। ইহাদের প্রথম পনেরটি লইয়া শুক্ল-পক্ষ এবং অবশিষ্ট পনেরটি লইয়া কৃষ্ণ-পক্ষ।

(c) অমাবস্তা—রাশি-চক্রের মধ্যে সূর্য যে-নক্ষত্রে থাকেন, চন্দ্রও সেই নক্ষত্রে আসিয়া পৌঁছিলে অমাবস্তা হয়। এই দিন চন্দ্রের অন্ধকার পিঠটি পৃথিবীর দিকে থাকে এবং উহাকে দেখা যায় না। অমাবস্তায় সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে ব্যবধান ০° ডিগ্রী।

(d) পূর্ণিমা—সূর্য যে-রাশিতে আছে তাহার ঠিক বিপরীত (৭ম) রাশিকে এবং সূর্য হইতে ১৮০ ডিগ্রী ব্যবধানে চন্দ্র থাকিলে পূর্ণিমা হয়। ইহাতে চন্দ্রের আলোকিত অর্ধাংশ দেখিতে পাওয়া যায়।

(e) চান্দ্র-মাস—ইহা দুই প্রকার—১। পূর্ণিমা হইতে পূর্ণিমা পর্যন্ত পূর্ণিমাস্ত চান্দ্র-মাস; এবং অমাবস্তা হইতে অমাবস্তা পর্যন্ত অমাস্ত চান্দ্র-মাস ইহার পরিমাণ $২৯\frac{১}{২}$ দিন। সমস্ত রাশি-চক্র ঘুরিয়া আসিতে চন্দ্রের $২৭\frac{১}{২}$ দিন লাগিলেও সূর্যের আপাত-গতির জন্ত ইহা $২৭\frac{১}{২}$ দিন অপেক্ষা প্রায় $২\frac{১}{২}$ দিন বেশী।

(f) চান্দ্র-বৎসর—বারটি চান্দ্র-মাসে যে বৎসর হয় তাহাই চান্দ্র-বৎসর। ইহার দিন সংখ্যা $২৯\frac{১}{২} \times ১২$ অর্থাৎ ৩৫৪ । ইহা সৌর-বৎসর অপেক্ষা ১১১২ দিন কম।

(g) নাক্ষত্র-দিন—আপন মেরু-দণ্ডের চারিদিকে একবার ঘুরিয়া আসিতে



পৃথিবীর যে সময় লাগে তাহাই নাক্ষত্র-দিন। ইহার পরিমাণ ২৩ ঘণ্টা ৫৬ মিনিট।

(h) সৌর-দিন—একদিন ঠিক মাথার উপর আসিবার সময় হইতে পরদিন সূর্যের ঠিক ঐখানে আসিবার সময় পর্যন্ত একটি সৌর-দিন। ইহার পরিমাণ ২৪ ঘণ্টা। সূর্যের আপাত-গতির জন্য ইহা নাক্ষত্র-দিন (Sidereal day) অপেক্ষা ৪ মিনিট বেশী।

(i) সংক্রান্তি—সূর্যের এক রাশি ছাড়িয়া অন্য রাশিতে প্রবেশ করার সময়কেই সংক্রান্তি বলা হয়।

(j) সৌর-মাস—এক সংক্রান্তি হইতে ঠিক পরবর্তী সংক্রান্তি পর্যন্ত মাসকেই হিন্দুর সৌর-মাস বলিয়া থাকেন।

(k) সৌর-বৎসর—বার্ষিক সৌর-মাসে বা ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৫ সেকেন্ডে এক সৌর-বৎসর হয়। চান্দ্র-বৎসর অপেক্ষা ইহা প্রায় ১১১২ দিন বেশী।

(l) অধি-বৎসর—সৌর-বৎসরের পরিমাণ ৩৬৫ দিন ৫ ঘণ্টা ৪৮ মিনিট ৪৫ সেকেন্ড। কিন্তু সূর্য্যোদয়ের জন্য উহাকে পর পর তিন বৎসর ৩৬৫ দিন হিসাবে খরিয়া প্রতি ৪র্থ বৎসরে ১ দিন বাড়াইয়া ৩৬৬ দিন হিসাবে বৎসর গণনা করা হয়। এইরূপে ৩৬৬ দিন পরিমিত বৎসরকেই অধি-বৎসর বলা হয়।

ক্ষেপ্তবা—প্রতি চতুর্থ বৎসর ১ দিন বাড়াইয়া দিবার ফলে ৪০০ বৎসরে তিন-দিন বেশী হইয়া যায়। এই জন্য শতাব্দী-বৎসরগুলির সকলেই অধি-বৎসর হয় না। ৪০০ দিয়া বিভাজ্য শতাব্দী-বৎসরগুলিকেই অধি-বর্ষ হিসাবে ধরা হয়।

(m) মল-মাস—সৌর-বৎসর ও চান্দ্র-বৎসরের মধ্যে ১১১২ দিনের পার্থক্য। হিন্দুর পূজা-পার্বণ এবং মূলম্যানদের মহরমাদি পর্ব চান্দ্র-মাস ও চান্দ্র-বৎসর অনুসারেই হইয়া থাকে। এইজন্য উহাদের তারিখ বৎসর বৎসর ১১১২ দিন করিয়া আগাইয়া চলে। মূলম্যানদের পর্বের তারিখ এইরূপে আগাইতে আগাইতে

উহা হইতে চন্দ্র প্রায় ১২° ডিগ্রী আগাইয়া থাকে। সুতরাং উভয়ের আকর্ষণিক-গতিতে পৃথিবী আরও প্রায় ১২° ডিগ্রী আগাইয়া গেলে তবে পূর্ব-ক্ষতিজে চন্দ্রকে পাওয়া যায়। এই ১২° ডিগ্রী আবর্তন করিতে পৃথিবীর প্রায় ৪৮ মিনিট সময় লাগে। তাই অমাবস্যার পরদিন সূর্যোদয়ের প্রায় ৪৮ মিনিট পরে চন্দ্র পূর্ব-ক্ষতিজে অদৃশ্য ভাবে উদিত হয় এবং সূর্যাস্তের ৪৮ মিনিট পরে পশ্চিম-ক্ষতিজের নিচে অস্তমিত হয়। এই দিন সূর্যাস্তের পর মাত্র ৪৮ মিনিট কাল আমরা চন্দ্রকে দেখিতে পাই। এইরূপে শুক্র-পক্ষে চন্দ্রকে আমরা প্রতিদিন পূর্ব পূর্ব দিন অপেক্ষা প্রায় ৪৮ মিনিট বেশীঃ সময়ের জন্ত দেখিতে পাই।

Q. 12. What are the reasons that lead to the change of seasons on earth ?

Ans. ঋতু-পরিবর্তনের কারণ—

১। পৃথিবী-বক্ষে সূর্য-রশ্মি সর্বত্র সমান ভাবে পতিত হয় না। ইহা কোণাও লম্ব-ভাবে এবং কোণাও বা তির্যক্ভাবে পতিত হয়।

(i) অধিক বায়ু-স্তর ভেদ করিয়া আসিতে হয় বলিয়া তির্যক্-রশ্মি, লম্বভাবে-পতিত সূর্য-রশ্মি অপেক্ষা কম উত্তপ্ত। এইজন্ত যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি লম্ব-ভাবে পতিত হয় সেই সকল স্থান, যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি তির্যক্ ভাবে পতিত হয় সেই সকল স্থান অপেক্ষা অধিকতর উত্তপ্ত হয়।

(ii) সূর্য-রশ্মি লম্ব-ভাবে পড়িলে যতগুলি রশ্মি এক জায়গায় পড়ে, তির্যক্-ভাবে পড়িলে ততগুলি উহার উপর পড়ে না। তাই যে-সকল স্থানে সূর্য-রশ্মি তির্যক্-ভাবে পড়ে তাহাদের তাপ-মাত্রাও অপেক্ষাকৃত কম হয়।

২। বার্ষিক-গতি দ্বারা সূর্যকে পরিক্রমণ করিবার সময় পৃথিবীর অক্ষ সকল সময়ই উহার কক্ষ-তলের সহিত $৬৬\frac{১}{২}$ ডিগ্রী কোণ করিয়া হেলিয়া থাকে এবং উহার উত্তর-মেরু সকল সময়ইই ফ্রেনকক্রাভিমুখী থাকে। ফলে—

(i) পৃথিবী-পৃষ্ঠে দিন-রাত্রি সময়-বিশেষে কোণাও ছোট এবং কোণাও বড় হয়।

(ii) দিন বড় ও রাত্রি ছোট হইলে, দিনে গৃহীত উত্তাপের সবটা রাত্রিতে বিকীর্ণ হইবার সময় পায় না ; তাই প্রতিদিনই কিছু কিছু তাপ সঞ্চিত হইতে থাকে এবং ক্রমশই স্থানটি উষ্ণ হইতে উষ্ণতর হইয়া উঠে। আবার দিন ছোট এবং রাত্রি বড় হইলে দিনে গৃহীত তাপ রাত্রিতে সম্পূর্ণরূপে বিকীর্ণ হয় এবং ফলে পৃথিবী-পৃষ্ঠ শীতল হইয়া যায়।

উল্লিখিত কয়েকটি কারণে পৃথিবী-পৃষ্ঠের উপর ভিন্ন ভিন্ন সময়ে তাপ ও শৈত্যের তারতম্য ঘটে এবং ফলে ঋতু-পরিবর্তন সংঘটিত হয়। সূর্য-পরিক্রমণকালে কক্ষ-পথের চারিটি বিশিষ্ট স্থানে অবস্থানকালে পৃথিবীর অবস্থা পর্যালোচনা করিলেই ঋতু-পরিবর্তন ব্যাপারটি ভালভাবেই বুঝিতে পারা যাইবে—

১। ২১শে জুনের অবস্থান,—এই সময় সূর্য কর্কট-ক্রান্তিতে অবস্থান করে।

উত্তর গোলার্ধ—সূর্যের নিকটে আসিয়া পড়ে। উত্তরের স্থানগুলি অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর অনেকটা সোজাসুজিভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত বেশী পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন বড়, রাত্রি ছোট। বিশ্ব-প্রদেশ হইতে যতই উত্তরে যাওয়া যায়, দিন তত বাড়়ে এবং রাত্রি তত ছোট হয়। উত্তর হিম-মণ্ডলের অনেক স্থানে নিশীধ-সূর্য (Midnight sun) দেখিতে পাওয়া যায়। সূর্যের ও তৎসম্বন্ধিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী দিন। উত্তর গোলার্ধে এই সময় গ্রীষ্মকাল।

দক্ষিণ গোলার্ধ—এই সময় সূর্য হইতে দূরে সরিয়া যায়। দক্ষিণের স্থানগুলি অধিক-ক্ষণ সূর্যালোক পায় না এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর ত্রিগুভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত কম পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন ছোট এবং রাত্রি বড় হয়। বিশ্ব-প্রদেশ হইতে যতই দক্ষিণে যাওয়া যায়, দিন ততই ছোট এবং রাত্রি ততই বড় হয়। কুমের ও তৎসম্বন্ধিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী রাত্রি। দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় শীত কাল।

২। ২২শে ডিসেম্বরের অবস্থান—এই সময় সূর্য মকর-ক্রান্তিতে অবস্থান করে। উত্তর গোলার্ধ—সূর্য হইতে দূরে সরিয়া যায়। উত্তরের স্থানগুলি

অধিক-কণ সূর্যালোক পায় না এবং সূর্য-রশ্মি উহার উপর তির্যকভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত কম পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন ছোট এবং রাত্রি বড়। বিষুব-প্রদেশ হইতে যতই উত্তরে যাওয়া যায় দিন তত ছোট এবং রাত্রি ততই বড় হয়। সুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে ছয়মাস-ব্যাপী রাত্রি। উত্তর গোলার্ধে এই সময় শীতকাল।

দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় সূর্যের নিকটে আসিয়া পড়ে। দক্ষিণের স্থানগুলি অধিক-কণ সূর্যালোক পায় এবং সূর্য-রশ্মি উহাদের উপর অনেকটা সোজা হুজি ভাবে পড়ে বলিয়া তাপও অপেক্ষাকৃত বেশী পায়। এই সময় এই সকল স্থানে দিন বড় এবং রাত্রি ছোট হয়। বিষুব-প্রদেশ হইতে যতই দক্ষিণে যাওয়া যায়, দিন ততই বড় এবং রাত্রি ততই ছোট হয়। কুমেরু ও তৎসন্নিহিত স্থানে এই সময় ছয়মাস-ব্যাপী দিন। দক্ষিণ গোলার্ধে এই সময় গ্রীষ্মকাল।

৩। ২১শে মার্চের অবস্থান } এই ছই দিন সূর্য বিষুব-রেখার উপর
৪। ২৩শে সেপ্টেম্বরের " }

অবস্থান করে। সুমেরু বা কুমেরু কোনটিই সূর্যের দিকে হেলিয়া থাকে না। উত্তর গোলার্ধের এবং দক্ষিণ গোলার্ধের সকল স্থানই সমান আলোক পায়। এই সময় দিন রাত্রি সমান এবং পৃথিবীর সর্বত্র এইরূপ। পৃথিবীর সর্বত্রই শীত ও গ্রীষ্মের মাঝামাঝি অবস্থা—শরৎ বা বসন্ত। উত্তর গোলার্ধে ২৩শে সেপ্টেম্বর শরৎ এবং ২১শে মার্চ বসন্ত। দক্ষিণ গোলার্ধে ইহার বিপরীত অর্থাৎ ২১শে মার্চ শরৎ এবং ২৩শে সেপ্টেম্বর বসন্ত।

এইরূপে দেখিতে পাওয়া যায়—(১) বিষুব-প্রদেশে শীত ও গ্রীষ্মে উষ্ণতার বৈষম্য নাই। গ্রীষ্মমণ্ডলে এই বৈষম্য কম, কিন্তু যতই উত্তরে বা দক্ষিণে যাওয়া যায় এই উষ্ণতার বৈষম্য ততই বৃদ্ধি পায়। (২) পৃথিবীর মেরুদণ্ড হেলিয়া না থাকিলে দিন রাত্রি সমান হইত, ঋতু-পরিবর্তন হইত না এবং বিষুব-প্রদেশে ও মেরু-মণ্ডলের মধ্যে জলবায়ুর পরিবর্তন এবং বৈষম্যও এত বেশী হইত না।

Q. 13. Explain how lunar eclipse takes place.

Ans. চন্দ্র-গ্রহণ—(১) সূর্য পৃথিবী অপেক্ষা অনেক বড়, (২) আলোক

(Lunar-eclipse) সরলরেখা-ক্রমে চলে এবং (৩) পৃথিবী অস্বচ্ছ পদার্থ—

এই কয়েকটি কারণে, পৃথিবীর যে দিকে সূর্য তাহার বিপরীত দিকে পৃথিবীর প্রচ্ছায়া (Umbra) ও উপচ্ছায়া (Penumbra) সৃষ্টি হয়। পৃথিবীকে পরিক্রমণ করিতে করিতে চন্দ্র যখন এই প্রচ্ছায়ার ভিতর আসিয়া পড়ে—তখন চন্দ্রকে দেখিতে পাওয়া যায় না এবং চন্দ্র-গ্রহণ হইয়াছে বলা হয়। পূর্ণিমায় পৃথিবী, চন্দ্র ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করে বলিয়া পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হইয়া থাকে।

চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষতল পরস্পরের সহিত 5° ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত। এইজন্য প্রতি পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হয় না। যে পূর্ণিমায় সূর্য, পৃথিবী ও চন্দ্র এক সরল রেখায় থাকে অর্থাৎ একই সমতলে অবস্থিত হয়—সেই পূর্ণিমাতেই চন্দ্র-গ্রহণ হয়।

চন্দ্র-গ্রহণ দুই প্রকার,—(১) পূর্ণ-গ্রহণ (Total eclipse)—ইহাতে চন্দ্র সম্পূর্ণরূপে পৃথিবীর প্রচ্ছায়া-শঙ্কুর মধ্যে প্রবেশ করে এবং উহাকে একবারেই দেখা যায় না।

(২) আংশিক গ্রহণ (Partial eclipse)—ইহাতে চন্দ্রের কিয়দংশ-মাত্র প্রচ্ছায়ার মধ্যে প্রবেশ করিয়া অদৃশ্য হয়।

জ্যেষ্ঠব্য—চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষপথ বে দুইটি বিন্দুতে পরস্পর ছেদ করে, তাহাদের একটিকে রাহু (Dragon's head) এবং অপরটিকে কেতু (Dragon's tail) বলা হয়। চন্দ্র ও সূর্যের কেন্দ্রকে এক সরল রেখা দ্বারা যোগ করিলে, উহা যদি রাহু বা কেতুর উপর দিয়া যায়, তবে পূর্ণ চন্দ্র-গ্রহণ হয় এবং যদি নিকট দিয়া যায়, তবে আংশিক চন্দ্র-গ্রহণ হয়।

Q. 14. Explain how solar eclipse takes place.

Ans. সূর্য-গ্রহণ—(১) সূর্য, চন্দ্র অপেক্ষা অনেক বড় (২) আলোক সরল-
 রেখা-ক্রমে চলে এবং (৩) চন্দ্র অস্বচ্ছ পদার্থ—এই
 (Solar eclipse) কয়েকটি কারণে চন্দ্রের যে দিকে সূর্য থাকে, তাহার
 বিপরীত দিকে চন্দ্রের প্রচ্ছায়া (Umbra) ও উপচ্ছায়ার (Penumbra)
 সৃষ্টি হয়। চন্দ্রের এই ছায়া পৃথিবীর যে স্থানে পড়ে, সেই স্থান হইতে সূর্যকে
 দেখিতে পাওয়া যায় না এবং সূর্য গ্রহণ হইয়াছে বলা হয়। অমাবস্তায় চন্দ্র
 পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থান করে বলিয়া অমাবস্তাতেই সূর্য-গ্রহণ
 হইয়া থাকে।

চন্দ্র ও পৃথিবীর কক্ষতল পরস্পরের সহিত 5° ডিগ্রী কোণ করিয়া অবস্থিত
 এই জগৎ প্রতি অমাবস্তাতেই সূর্য-গ্রহণ হয় না। যে অমাবস্তায় সূর্য, চন্দ্র ও
 পৃথিবী এক সরল রেখায় থাকে অর্থাৎ একই সমতলে অবস্থিত হয়—সেই
 অমাবস্তাতেই সূর্য-গ্রহণ হইয়া থাকে।

সূর্য-গ্রহণ তিন প্রকার—(১) পূর্ণ-গ্রহণ (Total eclipse)—ইহাতে সূর্যকে
 একেবারেই দেখিতে পাওয়া যায় না। পৃথিবীর যে-স্থানে চন্দ্রের প্রচ্ছায়া
 পতিত হয় সেই স্থানেই পূর্ণ সূর্য-গ্রহণ দেখা যায়। (২) আংশিক-গ্রহণ
 (Partial eclipse)—ইহাতে সূর্যের কিয়দংশ মাত্র দেখিতে পাওয়া যায় না।
 পৃথিবীর যে-স্থানে চন্দ্রের উপচ্ছায়া পতিত হয়, সেই স্থানেই আংশিক সূর্য-গ্রহণ
 দেখা যায়। (৩) বলয়-গ্রহণ (Annular eclipse)—ইহা একটি বিশিষ্ট ধরনের
 আংশিক সূর্য-গ্রহণ। সময় সময় পৃথিবী ও চন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বাড়িয়া যায়।
 এই সময় পূর্ণ সূর্য-গ্রহণের অল্পকূল সকল অবস্থার মধ্যেও চন্দ্রের প্রচ্ছায়া পৃথিবী
 পর্যন্ত পৌঁছিতে পারে না বলিয়া পূর্ণ সূর্য গ্রহণ হয় না। এই সময় সূর্যবিন্দু-
 মধ্যবর্তী গোলাকার কিয়দংশ দেখিতে পাওয়া যায় না এবং বলয় গ্রহণ হইয়াছে
 বলা হয়।

জ্যেষ্ঠব্য - চন্দ্রের প্রচ্ছায়ার বিস্তৃতি কম বলিয়া পৃথিবী-পৃষ্ঠের কিয়দংশ মাত্র
 পূর্ণ সূর্য-গ্রহণ দেখিতে পায়।

ভ-বিদ্যা

Q. 1. Narrate in brief the origin and early history of the earth.

Ans. বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে—বহুকোটি বৎসর পূর্বে এক প্রকাণ্ড নক্ষত্র ভাঙনকার যুগের সূর্যের নিকট দিয়া চলিয়া যায়। তাহারই প্রবল আকর্ষণে সূর্যের দেহ হইতে খানিকটা জলস্ত-গ্যাস বিচ্ছিন্ন হইয়া ছিটকাইয়া পড়ে। বড় নক্ষত্রটি তাড়াতাড়ি চলিয়া যাওয়ার ঐ বিচ্ছিন্ন অংশ, নক্ষত্রটির দিকে বেশী দূর বাইতে পারে নাই। উহা সূর্যের আকর্ষণে ফিরিয়া আসে এবং কতকগুলি ছোট বড় টুকরায় বিভক্ত হইয়া সূর্যেরই চারিদিকে ভ্রমণ করিতে থাকে। এই টুকরাগুলিই এক একটি গ্রহ এবং পৃথিবী উহাদের অন্ততম। জিন্স প্রভৃতি বিজ্ঞানিগণের মতে ইহাই পৃথিবীর জন্মকথা।

প্রথম অবস্থায় পৃথিবী সূর্যের শ্রায় একটি জলস্ত গ্যাস-পিণ্ড ছিল। ক্রমশঃ শীতল হইয়া ঘনীভূত হইতে হইতে উহার কিয়দংশ তরল অবস্থায় পরিণত হয়। পরে আরও শীতল হওয়ার সংগে সংগে এই তরল-পিণ্ডের উপরিভাগে একটি কঠিন আবরণের সৃষ্টি হয়। এই আবরণই ভূত্বক। এই ভূত্বক প্রথমে বেশ নরম ছিল। নরম অবস্থায় আবর্তিত এবং ক্রমশঃ শীতল হইয়া সংকুচিত হওয়ার ফলে উহার কোন অংশ নিচু হইয়া যায় এবং কোন অংশ উঁচু হইয়া উঠে। শীতল হইতে হইতে নরম ভূত্বক ক্রমশঃ কঠিন হইয়া উঠিল। জলস্ত-গ্যাস অবস্থায় পৃথিবীর যে-অংশ তরল হয় নাই তাহা পৃথিবীর চারিদিকে বায়ু-মণ্ডল সৃষ্টি করিল এবং এই বায়ু-মণ্ডলস্থিত জলীয়-বাষ্প ক্রমশঃ শীতল হইয়া জলের আকার ধারণ করিল। বায়ু-মণ্ডল হইতে ঘোর বারি-বর্ষণের ফলে ভূত্বকের গহ্বরসমূহ জলে পূর্ণ হইয়া গেল। দেশ, মহাদেশ, সাগর, মহাসাগর প্রভৃতি দ্বারা পরিপূর্ণ জননী বসুন্ধরার ইহাই আদি-কথা।

Q. 2. Describe the probable condition of the interior of the earth and give the composition of the earth's crust.

Ans. তাপ বিকিরণ করিয়া পৃথিবী শীতল হইতে থাকিলে, উহার অন্তঃ-বাস্পের ক্রিয়দংশ তরল হইয়া যায় এবং ঐ তরল-পিণ্ডের উপরিভাগ ক্রমশঃ জমিয়া কঠিন হয়। যুগ যুগ ধরিয়া শীতল হইতে থাকিলেও পৃথিবী আজও সম্পূর্ণরূপে শীতল হইয়া জমাট বাঁধিতে পারে নাই। পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ অত্যাধিক তরল-পদার্থসমূহ আয়তন-গতির অধ্যুৎপাতের সময় ভীষণভাবে আত্মপ্রকাশ করে। পৃথিবীর কেন্দ্রে তাপ ও চাপ উভয়ই প্রচণ্ড। ঐ-স্থানে যে-পদার্থসমূহ বর্তমান, তাহারা জল অপেক্ষা ১০।১২ গুণ ভারী। বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে, পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বায়ু-মণ্ডল পর্যন্ত ক্রমশঃ লঘু-পদার্থসমূহ স্তরে স্তরে সজ্জিত রহিয়াছে। পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে প্রায় ২২০০ মাইল পর্যন্ত বিস্তৃত স্থানকে কেন্দ্র-মণ্ডল (Centro-sphere) বলা হয়। উহা উত্তপ্ত ও গলিত লৌহ এবং নিকেল দ্বারা পরিপূর্ণ। ইহার উপরে প্রায় ১০৫০ মাইল ব্যাপী স্থানকে গুরুমণ্ডল (Bary-sphere) বলা হয়। ইহা অক্সাইড্ এবং সালফাইড্ দ্বারা পরিপূর্ণ। গুরু-মণ্ডলের উপর প্রায় ৭৫০ মাইল ব্যাপী প্রস্তর-মণ্ডল (Litho-sphere)। ইহারই মধ্যে ভূ-পৃষ্ঠ হইতে প্রায় ৪০ মাইল নিচু পর্যন্ত ভূত্বক (Earth's crust)। ভূত্বকের নিচে প্রস্তর-মণ্ডলের যে-অংশ থাকে, তাহা বাসাল্ট্ (Basalt) এবং তদপেক্ষা গুরু শিলাসমূহ দ্বারা নির্মিত।

বাসাল্ট নামক এক প্রকার গুরু আয়তন-শিলা এবং গ্র্যানাইট (Granite) নামক এক প্রকার লঘু আয়তন-শিলাই ভূত্বকের প্রধান উপাদান। ভূত্বকের তিনটি স্তর—(১) উপরে মাটির স্তর, (২) মধ্যে গ্র্যানাইটের স্তর এবং (৩) নিচে বাসাল্টের স্তর। গ্র্যানাইট এবং বাসাল্ট ছাড়া—পালল-শিলা, রূপান্তরিত-শিলা প্রভৃতি অজ্ঞাত নানা প্রকার শিলা ভূত্বকের ভিন্ন ভিন্ন স্থানে পাও ৩৭-মায়।

Q. 3. What are the different types of rocks and how are they formed ?

Ans বিজ্ঞানিগণ স্বভাবোৎপন্ন খনিজ-দ্রব্যের সমষ্টিমাত্রকেই **শিলা** (Rock) নাম দিয়া থাকেন। কঁকর, বালি, পাথর প্রভৃতি সকলই শিলা। শিলা প্রধানতঃ তিন প্রকার,—(১) **আগ্নেয়-শিলা** (Igneous rock) (২) **পালল-শিলা** (Sedimentary rock) (৩) **রূপান্তরিত-শিলা** (Metamorphic rock)। নিম্নে এই তিন প্রকার শিলার সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) **আগ্নেয়-শিলা**—পৃথিবীর আগ্নেয় তরল পদার্থসমূহ শীতল হইয়া জমাট বাধিবার ফলে যে-শিলা উৎপন্ন হয়—তাহাই আগ্নেয়-শিলা। ভিন্ন ভিন্ন রকমের আগ্নেয়-শিলা দেখিতে পাওয়া যায়। গ্র্যানাইট ও ব্যাসল্ট উহাদের মধ্যে প্রধান। গ্র্যানাইট ও ব্যাসল্ট—উভয়েই অতিশয় কঠিন; তবে ব্যাসল্ট অপেক্ষা গ্র্যানাইট অপেক্ষাকৃত নরম এবং উহার ভিতর ফেলস্পার (Felspar), কোয়ার্জ (Quartz), এবং অক্স (Mica) ওতপ্রোতভাবে বর্তমান থাকে। আগ্নেয়-গিরির অগ্ন্যুৎপাতের ফলে নির্গত **লাভা** (Lava) জমিলে **ব্যাসল্ট** (Basalt) নামক আগ্নেয়-শিলার সৃষ্টি হয়।

(২) **পালল-শিলা**—জলস্রোত, বায়ুপ্রবাহ এবং তাপের ভারতম্য প্রভৃতি কারণে, আগ্নেয়-শিলা চূর্ণবিচূর্ণ হইয়া যায় এবং জলস্রোতে বাহিত হইয়া স্থান-বিণেষে স্তরে স্তরে জমিতে থাকে। কালক্রমে ইহারা জমিয়া পালল বা স্তরীভূত শিলার পরিণত হয়। আমাদের নিত্য-ব্যবহার্য শিল, নোড়া এবং বেলে পাথর প্রভৃতি এইরূপ শিলার উদাহরণ। **বালুকা-শিলা**, **শেল** (Shale), **কঙ্করমায়েট** (Conglomerate) প্রভৃতি পালল-শিলা যথাক্রমে বালি, কাণা ও ছড়ি জমিয়া উৎপন্ন হয়।

(৩) **রূপান্তরিত-শিলা**—ভূমিকম্প ও আগ্নেয়-গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় তাপ, চাপ ও নানাবিধ রাসায়নিক কারণে, আগ্নেয়-শিলা ও পালাল-শিলা পরিবর্তিত হইয়া সম্পূর্ণ নূতনরূপ ধারণ করে। চূণা-শিলা (Lime stone) মার্বেলে, শেল (Shale) স্লেটে (Slate) এবং গ্যানাইট রূপান্তরিত হইয়া গ্যানাইসে, (Gneiss) পরিণত হয়।

Q 4. Describe the formation and distribution of volcanoes upon the surface of the earth.

Ans. আকর্ষণ বা চাপ বেশী হওয়ার জন্য ভূত্বকের কোন অংশ ছদল হইয়া পড়িলে ছিদ্র ও ফাটল উৎপন্ন হয়। এই সময় উপরের চাপ কমিয়া বাওয়ায় পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ উত্তপ্ত পদার্থসমূহ গলিয়া যায় এবং উষ্ণ বাষ্পের সাহায্যে ভস্ম, ধূলি, গলিত ধাতু প্রভৃতি ঐ ফাটল দিয়া সবেগে উৎক্ষিপ্ত হইতে থাকে। ইহাকে অগ্ন্যুৎপাত বলা হয়। যে মুখ বা ফাটল দিয়া অগ্ন্যুৎপাত হয়, তাহাকে জ্বালামুখ বা Crater বলে। এই উৎক্ষিপ্ত পদার্থগুলি হুগ হুগ ধরিয়া সঞ্চিত হইতে হইতে কালক্রমে শংকুর ন্যায় আকৃতিবিশিষ্ট পর্বতে পরিণত হয়। এই জাতীয় পর্বতকে আগ্নেয়-গিরি (Volcano) বলে।

কতকগুলি আগ্নেয়-গিরি হইতে এখনও মধ্যে মধ্যে অগ্ন্যুৎপাত হয়;—এইগুলি সক্রিয় বা জীবন্ত (Active)। কতকগুলি কিছুদিন নিষ্ক্রিয় থাকিয়া, পরে আবার সক্রিয় হয়;—ইহারা নিষ্ক্রিয় বা ঘুমন্ত (Dormant)। আবার কতকগুলিতে বহুকাল ধাবৎ অগ্ন্যুৎপাত হয় নাই;—ইহারা নির্বাপিত (Extinct)।

প্রশান্ত মহাসাগরের চতুর্দিকে, নিউজিল্যান্ড, পূর্বভারতীয় দ্বীপপুঞ্জ, জাপান, ইলিউসিয়ান দ্বীপপুঞ্জ এবং উত্তর আমেরিকা, মধ্য আমেরিকা ও দক্ষিণ আমেরিকার পশ্চিম ভাগে একটি আগ্নেয়-গিরি-মণ্ডল আছে। ইহাকে প্রশান্ত মহাসাগরের আগ্নেয়-মেখলা (Fiery Ring of the Pacific) বলে।

দক্ষিণ ইউরোপের ভংগিল পর্বতমালার নিকট দিয়া এ্যাজোল' ও ক্যানারি দ্বীপপুঞ্জ পর্যন্ত অপর একটি আগ্নেয়-গিরি-মণ্ডল বিস্তৃত আছে।

এশিয়ায়—এক জাপানেই অনেকগুলি আগ্নেয়গিরি আছে। এশিয়ার পূর্বভাগে আগ্নেয়গিরি-সংকুল দ্বীপমালা।

ইউরোপে—ইটালীতে বিন্সুব্রিয়স, সিসিলিতে এট্‌না, লিপারিতে ষ্ট্রাম্বলি এবং আইসল্যান্ডে হেকলা।

উত্তর আমেরিকায়—মেক্সিকোতে পোপোক্যাটিপেটাল এবং ওরিজাবো।

দক্ষিণ আমেরিকায়—কোটোপাক্সি ও সিম্বোরোজা।

Q 5. Write what you know about the causes and effects of earth-quake and give a short description of the seismic belt of the earth.

Ans. ভূমিকম্পের কারণ—

(১) পৃথিবীর ভংগিল পর্বতগুলির উৎপত্তিকালে, উহাদের নিম্নস্থিত ভূপৃষ্ঠের শিলাস্তরসমূহ ভাঙিয়া চুরিয়া বিপর্যস্ত হইয়া গিয়াছিল। এই বিপর্যস্ত শিলাসমূহ সহজ অবস্থায় আসিবার চেষ্টা করিলে, ধরাপৃষ্ঠের উপরে ও ভিতরে চ্যুতি ঘটে এবং ফলে, পার্শ্ববর্তী স্থান সমূহে ভূমিকম্প জাগিয়া উঠে।

(২) পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য কোন স্থর ভাঙিয়া শ্লিষ্ট হইলে, চাপের সামঞ্জস্য রক্ষা করিবার জন্য পার্শ্ববর্তী বস্তুসমূহ তথায় সরিয়া যাইবার চেষ্টা করে এবং ফলে ভূমিকম্প অনূহৃত হয়।

(৩) পৃথিবীর অভ্যন্তরস্থ চাপ কমিয়া গেলে পৃথিবীর অভ্যন্তরের কঠিন পদার্থগুলি গলিয়া যায় এবং স্থান হইতে স্থানান্তরে সরিতে থাকে। এই সময় পার্শ্বস্থ স্থানগুলির সংগে সংগে ভূপৃষ্ঠও কাঁপিয়া উঠে।

(৪) পৃথিবীর অভ্যন্তরের সংকোচনের ফলে ভূগর্ভস্থ শিলাস্তর ভাঙিয়া যায় এবং ভূমিকম্প দেখা দেয়।

(৫) অগ্ন্যাংপাতের সময় আগ্নেয়-গিরির অভ্যন্তরস্থ শিলাস্তরের আন্দোলনে পার্শ্ববর্তী স্থান সকলে ভূমিকম্প হয়।

ভূমিকম্পের কল—

ভূমিকম্পের ফলে ভূপৃষ্ঠের কোন স্থান উচু এবং কোন স্থান নিচু হইয়া যায়। কোন স্থানে সাগরতল উচু হইয়া বাওয়ায় সাগর স্থলে পরিণত হয়। আবার কোথাও স্থলভাগ বসিয়া গিয়া সাগর, উপসাগর প্রভৃতির সৃষ্টি করে।

ভূমিকম্প বলয়—

পৃথিবীর ভূমিকম্প-মণ্ডল (Seismic belt of the earth) দক্ষিণ আমেরিকার চিলি হইতে আরম্ভ করিয়া প্রশান্ত মহাসাগরের কূলে কূলে বাইয়া জাপান ও মধ্য-এসিয়ার মধ্যভাগ দিয়া অ্যাঙ্কোরস দ্বীপপুঞ্জ পর্যন্ত বিস্তৃত।

Q. 6. What is coal ? Where is it to be found in India ? Narrate in brief the story of the formation of coal and mention some of its important uses.

Ans. কয়লা বলিলে সাধারণতঃ আমরা কাঠ ও পাথুরিয়া এই দুই রকম কয়লাকেই বুঝিয়া থাকি। কাঠ পোড়াইয়া আমরা যে কয়লা পাই তাহা কাঠ কয়লা এবং ভূগর্ভস্থ খনিসমূহ হইতে যাহা পাওয়া যায় তাহা পাথুরিয়া কয়লা। পাথরের মধ্যে এবং পাথরের আকারে ইহাদিগকে পাওয়া যায় বলিয়া ইহাদিগকে পাথুরিয়া কয়লা বলা হয়। পাথুরিয়া কয়লা উদ্ভিজ্জ পদার্থে গঠিত এক প্রকার পালল-শিলা।

পৃথিবীর ভিন্ন ভিন্ন স্থানে পাথুরিয়া কয়লা পাওয়া যায়। ভারতবর্ষের ছোটনাগপুর, মধ্যভারত, মধ্যপ্রদেশ, হায়দরাবাদ, বিকানির, পাঞ্জাব ও আসাম প্রভৃতি স্থানে এবং বাংলা-বিহারের রাণীগঞ্জ, ঝরিয়া, গিরিডি প্রভৃতি স্থানে প্রচুর পাথুরিয়া কয়লা পাওয়া যায়।

পাথুরিয়া কয়লার মধ্যে সামুদ্রিক শ্রেণীর জীবাশ্ম (Fossil) নাই ; ইহার মধ্যে গাছ-পালার ভিন্ন ভিন্ন অংশের চিহ্ন পাওয়া যায় এবং উহা কাল-পাথর, বেসে-পাথর প্রভৃতি পালল-শিলার সহিত স্তরে স্তরে সজ্জিত থাকে। তাই বিজ্ঞানিগণ অনুমান করেন যে, নদীর অববাহিকা, ব-দ্বীপ, হ্রদ ও সমুদ্রের তীর-সন্নিহিত জলাভূমি প্রভৃতির উদ্ভিজ্জাবশেষ হইতেই পাথুরিয়া কয়লা উৎপন্ন হয়। এই সকল স্থানের উদ্ভিজ্জ, কালক্রমে জলের নিচে ও পালল শিলার মধ্যে, স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়, এবং বায়ুর অভাবে ভূগর্ভস্থ তাপ ও চাপের শক্তিতে অঙ্গারে পরিণত হয়। দীর্ঘকাল ধরিয়া এইরূপ হইতে থাকে এবং কয়লার স্তর পুরু হইতে ক্রমশঃ অধিকতর পুরু হয়।

পাথুরিয়া কয়লার উপকারিতা—

(১) ইহা রন্ধনাদি কার্যে তাপ সরবরাহ করে ; (২) লৌহনিষ্কাশন কার্যে ইহা নানারকমে সাহায্য করে ; (৩) ইহার গ্যাসে রাস্তায় আলো জ্বালান হয় ; (৪) বাষ্প তৈয়ার করিয়া, বাষ্পচালিত কল (Steam engine) চালানায় সহায়তা করে ; (৫) ন্যাপথিলিন, আল্কাডরা প্রভৃতি নানাবিধ দ্রব্য ইহা দ্বারা প্রস্তুত হয় ; (৬) পাথুরিয়া কয়লা হইতে উৎপন্ন আল্কাডরা হইতে নানা প্রকার রঞ্জক-দ্রব্য, বিস্ফোরক পদার্থ, গন্ধ-দ্রব্য, কৃত্রিম সার এবং ঔষধ প্রভৃতি নানাবিধ-দ্রব্য প্রস্তুত হয়।

Q. 7. Write a short essay on mineral oil.

Ans. পালল-শিলাস্তরের মধ্যে অনেক সময় তৈল সঞ্চিত থাকে। পাথুরিয়া কয়লার মত মাটি খুঁড়িয়া ইহাদিগকে তুলিতে হয় ; তাই ইহাদিগকে খনিজ তৈল বা মেটে তৈল বলা যায়। ইহার প্রধান উপাদান—কার্বন ও হাইড্রোজেন। আর্কিন যুক্তরাজ্য, রুসিয়া, পারস্য, ব্রহ্মদেশ এবং ভারতবর্ষের আসাম ও পাঞ্জাবের সীমান্তে প্রচুর খনিজ তৈল পাওয়া যায়।

ভূগর্ভস্থ তাপ ও চাপের ফলে, এ্যাল্গা (Alga), ডায়াটম (Diatom)

প্রভৃতি প্রাচীন কালের নিয়ন্ত্রণের উদ্ভিজ্জ এবং সামুদ্রিক মৎস্ত ^উশব্দকাদি জীবের দেহাবশেষ খনিজ তৈলে পরিণত হয়।

তাইটি অপ্রবেশ্য শিলাস্তরের মধ্যে কোন প্রবেশ্য শিলাস্তর থাকিলে ঐ প্রবেশ্য শিলাস্তরের মধ্যে খনিজ তৈল সঞ্চিত হয় এবং উহার সহিত গ্যাস এবং জলও থাকে। উপরে গ্যাস, গ্যাসের নিচে তৈল, এবং তাহার নিচে জল—এইরূপে পরপর সাজান থাকে। ভূমিতে ছিদ্র করিয়া ঐ-স্তর পর্যন্ত লোহার নল বসাইয়া দিলে, গ্যাস ও তৈল আপনারাই বাহির হইয়া আসে। পরে ভিতরের চাপ কমিয়া গেলে পাম্প-ব্যোগে তৈল উত্তোলন করা হয়।

খনিজ তৈল হইতে পেট্রোলিয়াম (স্ফুটনাংক, 90° - 120°), কেরোসিন (স্ফুটনাংক, 140° - 200°), অ্যাসিলিন (স্ফুটনাংক, 300° এর অধিক), ও প্যারাফিন প্রভৃতি পাওয়া যায়।

Q. 8. What is soil? How is it formed? Describe some of the important types of soil of our land and discuss their bearing on plant life and agricultural operations.

Ans. ভূত্বকের উপরের স্তর যাহাদ্বারা গঠিত, তাহাকেই সাধারণতঃ মাটি বলা হয়। জলশ্রোত, বায়ুপ্রবাহ, হিমবাহ, শীতোষ্ণতা প্রভৃতির শক্তিতে শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া শিলাখুলির সৃষ্টি করে এবং ইহাই মাটির প্রধান উপাদান। এই শিলাখুলির সহিত জৈব উপাদান মিশিয়া মাটি-উৎপন্ন হয়। কোন স্থানে শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যে মাটি উৎপন্ন হয়—তাহা অবশিষ্ট মাটি (Residual Soil) এবং এই অবশিষ্ট মাটি জল বায়ু প্রভৃতির শক্তিতে বাহিত হইয়া যখন স্থানান্তরে সঞ্চিত হয়, তখন উহাকে অপসৃত-মাটি (Transported Soil) বলা হয়।

মাটির সহিত-উদ্ভিদ জীবনের ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধ বর্তমান। মাটি উহাদের জন্ম-স্থান; শিকড়দ্বারা মাটি ধরিয়াই উহার দাঁড়াইতে পারে এবং আলেটুক ও বাতাস

সংগ্রহ করিতে পারে ; মাটি হইতেই উহারাই নাইট্রোজেন, ক্যালসিয়াম, ফসফরাস প্রভৃতি অধিকাংশ প্রয়োজনীয় খাত্তোপাদান সংগ্রহ করে ; তাই মাটি ব্যতীত উদ্ভিদের পক্ষে জীবন ধারণ করা একান্তই অসম্ভব ।

সকল গাছের প্রকৃতি সমান নয়, এবং সকল মাটিতেও সকল রকম উপাদান থাকে না । তাই উদ্ভিদ নিজ নিজ প্রকৃতির অনুকূল মাটিতেই জন্মে এবং চাষ করিবার সময়ও গাছ ও মাটি,—এই উভয়েরই প্রকৃতির প্রতি লক্ষ্য রাখিয়া মাটিতে গাছ রোপণ করিতে হয় । বিশেষ বিশেষ গাছের জীবন ধারণের পক্ষে মাটিকে অনুকূল করিবার জন্ত উহাতে বিশেষ বিশেষ রকমের সার (Manure) দিবার ব্যবস্থাও করিতে হয় ।

কাদা, বালি, খনিজ এবং জৈব পদার্থের পরিমাণ ভেদে নানা রকমের মাটি পাওয়া যায় । লোম (Loam) নামক মৃত্তিকাই সর্বোৎকৃষ্ট ; ইহাতে ৬০ ভাগ বালি, ২৫ ভাগ কাদা, ৭½ ভাগ খড়ি মাটি এবং ৭½ ভাগ জৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকে । পলিমাটি কাদা প্রধান, নদীর অববাহিকার মাটি বালি প্রধান, মাক্ (Muck) মাটি জৈবপদার্থ (হিউমাস Humus) প্রধান এবং মার্ল (Marl) মাটি চূর্ণাপদার্থ ও জৈবপদার্থ প্রধান । আমাদের দেশে (১) বেলে (২) ধস (৩) দো-আঁস (৪) এঁটেল—ভেদে চারি প্রকারের মাটি দেখিতে পাওয়া যায় । এই চারি প্রকার মাটির পৃথক্ পৃথক্ সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) বেলেমাটি—ইহাতে শতকরা ৯০ ভাগ বালি ও প্রায় ১০ ভাগ কাদা থাকে ; ইহা জল ধরিয়া রাখিতে পারেনা এবং সহজেই শুকনা হইয়া যায় ; তরমুজ, কাঁকড়, ফুটি প্রভৃতি ব্যতীত অন্ত কোন উদ্ভিদ ইহাতে ভাল জন্মিতে পারে না ।

(২) ধস-মাটি—ইহাতে শতকরা ১০ ভাগ হইতে ৪০ ভাগ পর্যন্ত কাদা ও জৈব পদার্থ থাকে ; ইহা বেলেমাটি অপেক্ষা অধিক জল ধরিয়া রাখিতে

পারে; আলু, বেগুন, কুমড়া ও সরিষা প্রভৃতি রবিশস্য এইরূপ মাটিতেই ভাল জন্মে।

(৩) দো-আঁশ মাটি—ইহাতে শতকরা ৪০ ভাগ হইতে ৭০ ভাগ পর্বত কাদা এবং জৈব পদার্থ থাকে; ইহা ধসু মাটি অপেক্ষাও অধিক জল ধরিয়া রাখিতে পারে; চাষের পক্ষে ইহাই সর্বাপেক্ষা উপযোগী; ইহাতে সব, গম ও ভুট্টা প্রভৃতি বিবিধ শস্য উৎপন্ন হয়।

(৪) এঁটেল মাটি—ইহাতে শতকরা ৭০ ভাগ হইতে ৯০ ভাগ পর্বত কাদা এবং জৈব পদার্থ থাকে; ইহার জল ধরিয়া রাখিবার ক্ষমতা খুবই বেশী; ইহার ভিতর বাতাস চলাচল করিতে পারে না এবং শুকাইয়া গেলে ইহা খুবই শক্ত হয়; তাই, চাষের পক্ষে ইহা বিশেষ উপযোগী নয়; ধান, ছোলা, মটর প্রভৃতি কয়েকটি শস্যই ইহাতে ভাল উৎপন্ন হয়।

উদ্ভিদ-বিদ্যা

Q. 1. (i) Describe the process of germination in plants. **(ii)** What is hypogeal and epigeal germination ? **(iii)** How would you prove that germination depends on temperature and a favourable quantity of water and air ?

Ans. (i) ভ্রূণ (Embryo), ভ্রূণের খাদ্য, এবং ভ্রূণ-রক্ষার সরঞ্জাম—প্রধানতঃ এই লইয়াই বীজ গঠিত হয়। বীজের ভিতর ভ্রূণ যুষ্মন্ত অবস্থায় থাকে। পরিমিত তাপ, জল ও বাতাসের সংস্পর্শে এই ভ্রূণ জাগিয়া উঠে এবং বর্ধিত হইতে আরম্ভ করে। এই প্রকারে বীজ হইতে অংকুর বাহির হওয়াকেই অংকুরোদগম (Germination) বলা হয়।

কতকগুলি বীজ (Seeds) লইয়া উহাদিগকে ভিজা করাভ-গুঁড়োর (Saw-dust) মধ্যে রাখিয়া দিলে বীজগুলি জল শোষণ করিয়া ফুলিয়া উঠিবে ; বীজ-মধ্যস্থ কোষগুলির মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটিতে থাকিবে ; বীজমধ্যস্থ সঞ্চিত খাদ্য হজম হইতে আরম্ভ হইবে ; বাতাসের অক্সিজেন ভিতরে প্রবেশ করিবে ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির হইয়া আসিবে। নূতন প্রোটোপ্লাজম্ (Protoplasm) তৈয়ার হইবার সংগে সংগেই ভ্রূণ দ্রুত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইয়া বীজের বহিচ্ছদ (Testa) বিদীর্ণ করিয়া বাহিরে আসিবে। ভাবী মূল (Radical) ইতিপূর্বেই ডিম্বক-রন্ধ (Micropyle) দিয়া বাহিরে আসিয়া থাকে।

(ii) মূলেদী অংকুরোদগম (Epigeal germination)—ভাবী-মূলের (Radical) যে-অংশ বীজ-পত্রের (Cotyledons) ঠিক নিচে থাকে, তাহা ক্রমশঃ দীর্ঘ হইয়া ভাবী কাণ্ড (Plumule) ও বীজ-পত্রকে বীজচ্ছদের বাহিরে

ঠেলিয়া তুলে। এই প্রকার অংকুরোদগমকে **মূক্তদী (Epigeal)** অংকুরোদগম বলা হয়।

মূক্তিকান্দ অংকুরোদগম (Hypogeal germination)—ভাবী-মূলের বে-অংশ বীজ-পত্রের ঠিক নিচে থাকে, তাহা বৃদ্ধি বর্ধিত না হয়, তবে বীজ-পত্র অংকুরোদগমের পর মাটির নিচেই থাকিয়া যায়। এই প্রকার অংকুরোদগমকে **মূক্তিকান্দ অংকুরোদগম (Hypogeal germination)** বলা হয়।

(iii) পরিমিত জল ও বাতাস ব্যতিরেকে যে অংকুরোদগম হয় না তাহা নির্যাস্ত পরীক্ষা দ্বারা বৃদ্ধিতে পারা যায়;—একটি কাচের গ্লাসে একটি ছোট লাঠি রাখিয়া উহার কিয়দংশ জলে পূর্ণ করিতে হইবে। এইবার তিনটি বীজ কাটির সহিত এরূপ ভাবে বাধিয়া দিতে হইবে যেন প্রথম বীজটি জলে ডুবিয়া থাকে, দ্বিতীয়টি জলে অর্ধময় অবস্থায় থাকে এবং তৃতীয়টি জলের উপরে কেবল বাতাসের মধ্যে থাকে। কয়েক দিনের মধ্যে দেখা যাইবে,—যে-দুইটি বীজ কেবল জলে বা কেবল বাতাসে ছিল, তাহাদের অংকুরোদগম হয় নাই; কেবল যে-বীজটি জলে অর্ধময় অবস্থায় ছিল, তাহারই অংকুরোদগম হইয়াছে।

অংকুরোদগমের জন্ত পরিমিত তাপেরও প্রয়োজন। অতিরিক্ত তাপে মরুভূমিতে গাছ জন্মিতে পারে না। আবার অতিরিক্ত শৈত্যে, তুঙ্গা অঞ্চল সমূহেও গাছ জন্মিতে পারে না।

Q. 2. Distinguish between true and adventitious roots. How many different types of true and adventitious roots are there?

Ans. আসলমূল (True root)—ইহা ক্রণের ভাবীমূল (Radical) হইতে উৎপন্ন হয়। আস্থানিক মূল (Adventitious root)—ইহা ক্রণের ভাবীমূল হইতে উৎপন্ন না হইয়া উদ্ভিদ-দেহের অন্যান্য স্থান হইতে নির্গত হয়; পাথর-কুটির পাতা হইতে যে মূলগুলি নির্গত হয়, তাহারা আস্থানিক।

আসল মূলের প্রকার ভেদ—(১) প্রধান মূল (Tap root) ; যেমন লেবু-গাছের। (২) শুষ্ক-মূল (Fibrous root) ; যেমন ধান, যব প্রভৃতির।

আস্থানিক মূলের প্রকার ভেদ—(১) ঠেঁশমূল (Stilt root) ; যেমন কেয়ার। (২) স্তম্ভমূল (Prop root) ; যেমন বটগাছের শাখা হইতে নির্গত মূল। (৩) আরোহী মূল (Climbing root) ; যেমন পানগাছের কাণ্ডস্থিত গাঁইট হইতে নির্গত মূল। (৪) নাসিকা মূল (Breathing root) ; যেমন সুল্লবনের সুন্দরীগাছের মূল হইতে নির্গত মূল। (৫) ভাসমান মূল (Floating root) ; যেমন কেশরদামের। (৬) বায়বীয় মূল (Aerial root) ; যেমন গুলঞ্চ প্রভৃতির। (৭) শোষক মূল (Haustoria) ; যেমন আলোকলতা প্রভৃতির।

Q. 3 Enumerate the several functions of roots.

Ans. মূলের কার্য—(১) মূল, গাছকে মাটির সহিত দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করিয়া রাখে।

(২) মূল-রোমের সাহায্যে, মূল, মাটি হইতে খাদ্য গ্রহণ করিয়া গাছকে বাঁচাইয়া রাখে।

(৩) ক্ষেত্র বিশেষে, গাছ, মূলে খাদ্য সঞ্চয় করিয়া রাখে। গাজর, শালগম, মূলা প্রভৃতির মূলে এইরূপ হয়।

(৪) সময় সময় ঠেকানো স্বরূপ হইয়া, মূল, গাছের কাণ্ড ও শাখা প্রশাখা প্রভৃতির ভার বহন করে। বটের আস্থানিক মূলগুলি ইহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

(৫) পান, গজলিপুল প্রভৃতি গাছের আস্থানিক মূল উহাদের আরোহণ কার্যে সাহায্য করে।

(৬) সময় বিশেষে, গাছ, মূলের সাহায্যে বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া জীবন রক্ষা করে। সুল্লবনে সুন্দরী গাছে এইরূপ হইয়া থাকে।

(৭) অনেক সময় একগাছের মূল অপরগাছের খাদ্য-ভাণ্ডারে প্রবেশ করিয়া খাদ্য সংগ্রহ করে। স্বর্ণলতা ইহার বিশিষ্ট উদাহরণ।

(৮) মূলের সাহায্যে কোন কোন গাছের বংশ-বিস্তার হইতেও দেখা যায়।

Q. 4. What is osmosis ? Describe how by it Plants absorb food materials from the soil.

Ans. অস্মসিস্ (Osmosis)—দুইটি তরল পদার্থের মধ্যে একটি যদি অপরটি অপেক্ষা অধিকতর ঘন হয়, এবং উহাদিগকে যদি কোন অর্ধভেদ্য (Semi-permeable) পর্দাদ্বারা পৃথক রাখা হয়, তবে ঐ পর্দার ভিতর দিয়া উভয়ের সমীকরণ ঘটিয়া থাকে। অল্প-ঘন তরল পদার্থটি বেশি পরিমাণে এবং অপেক্ষাকৃত তাড়াতাড়ি, ঘন তরল পদার্থটির মধ্যে যায়, এবং বেশী ঘন পদার্থটি অল্প পরিমাণে অপরটির সহিত মিশিতে আসে; ক্রমশঃ উভয় তরল পদার্থের ঘনত্ব সমান হইয়া গেলে আর কোনরূপ চলাচল থাকে না। এই সমীকরণ ব্যাপারকেই অস্মসিস্ (Osmosis) বলা হয়।

পটাসিয়াম, ম্যাগ্নেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, আয়রন, ফস্ফরাস, সালফার, নাইট্রোজেন, প্রভৃতি সংবতিত খাত্তের অভাবে গাছ বাঁচিতে পারেনা। এই সকল খাত্ত, গাছ মাটি হইতে সংগ্রহ করে। বে খাত্তগুলি তরল, বা জলে দ্রব হইয়া তরল অবস্থায় থাকে, সেইগুলিকে গাছ মূলরোমের সাহায্যে সহজে গ্রহণ করিতে পারে। কিন্তু যেগুলি তরল নয় বা জলে দ্রব হয় না, তাহাদিগকে গ্রহণ করিবার পূর্বে গাছ তাহাদিগকে দ্রবীভূত করিবার ব্যবস্থা করে। মূলরোম হইতে নির্গত এক প্রকার এ্যাসিড্ এই দ্রবীভবন কার্য করিয়া থাকে।

মূলরোমদ্বারাই গাছ এই তরল খাত্তসমূহ গ্রহণ করে। মূলরোমের কোষের অভ্যন্তরে এক প্রকার ঘন অম্লরস থাকে এবং উহাদের কোষাবরক পর্দাগুলিও অর্ধভেদ্য (Semi-permeable)। সুতরাং এই মূলরোম যখন অপেক্ষাকৃত অল্প-ঘন তরল খাত্ত দ্রব্যের সংস্পর্শে আসে, তখন অস্মসিস্ (Osmosis) প্রক্রিয়ায় ঐ তরল খাত্ত অধিক পরিমাণে কোষাবরকের (Cell-wall) ভিতর

দিয়া কৌশলের ভিতর প্রবেশ করে। মূলরোমের কোষাভ্যন্তরস্থ জীবন-কণিকা (Proto-plasm) এই কার্য নিয়ন্ত্রিত করিয়া থাকে।

Q. 5. How can you distinguish between stem and root ? Mention some of the different types of stems with special reference to the underground types.

Ans. (i) কাণ্ড ও মূলের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি লক্ষ্য করিলেই, কোনটি কাণ্ড এবং কোনটি মূল, তাহা সহজেই নির্ণয় করা যায়। কাণ্ড ও মূলের প্রভেদ বর্ণনা—

(১) কাণ্ডের অগ্রভাগ উর্ধ্বমুখে আকাশের দিকে উঠে, কিন্তু মূলের অগ্রভাগ মুখ নিচু করিয়া মাটির মধ্যে নামিয়া যায়।

(২) কাণ্ডের মুখ নিচু করিয়া এবং মূলের মুখ উচু করিয়া ধরিলেও, কাণ্ডের মুখ বাকিয়া উপরে উঠে এবং মূলের মুখ বাকিয়া নিচে নামে।

(৩) কাণ্ডের মাথা কচি কচি পাতায় ঢাকা থাকে ; কিন্তু মূলের অগ্রভাগ চুপির মত একপ্রকার ঢাকনি (মূলত্রাণ বা root-cap) দ্বারা ঢাকা থাকে।

(৪) মূলের অগ্রভাগের ঠিক উপরে মূলরোম (Root hair) থাকে কিন্তু কাণ্ডে ঐরূপ কিছুই দেখা যায় না।

(৫) কাণ্ডে পাতা জন্মে কিন্তু মূলে পাতা জন্মে না।

(৬) কাণ্ডে গাঁইট (Node) এবং পাব (Internode) জন্মে কিন্তু মূলে ঐরূপ কিছুই হয় না।

(ii) কাণ্ডের প্রকারভেদ—(১) গোলাকার কাণ্ড ; যেমন আমগাছের। (২) ত্রিকোণাকার কাণ্ড ; যেমন মুখার। (৩) চতুর্ভুজাকার কাণ্ড ; যেমন ভুলগীর। (৪) পাতারূপী কাণ্ড (Cladode) ; যেমন ফণিমনশার। (৫)

কণ্টকাকার কাণ্ড (Thorn); যেমন বৈচিত্র। (৬) আঁধারকার কাণ্ড (Tendril); যেমন লাউ, কুমড়া প্রভৃতির। (৭) ভূ-নিম্নস্থ কাণ্ড (Underground stem); যেমন আলু প্রভৃতির।

দ্রষ্টব্য, —৪র্থ, ৫ম ও ৬ষ্ঠ, ইহার রূপান্তরিত (Modified) কাণ্ডের উদাহরণ।

ভূ-নিম্নস্থকাণ্ডের প্রকার ভেদ—

(১) মূলাকার কাণ্ড (Rhizome); যেমন আদা, হলুদ প্রভৃতির। (২) গুঁড়ির মত কাণ্ড (Corm); যেমন ওলের। (৩) ক্ষীতকন্দ কাণ্ড (Tuber); যেমন আলুর। (৪) শঙ্কুকন্দ (Tunicated bulb); যেমন পেঁয়াজের। (৫) নগ্ন শঙ্কুকন্দ (Scally bulb); যেমন শালুকের।

দ্রষ্টব্য :—মাটির নিচে থাকে বলিয়া ইহাদিগকে মূল বলিয়া ভ্রম হয়; কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ইহারা মূল নহে। ইহাদের (১) গাঁইট ও পাব আছে (২) গাঁইটে গাঁইটে কটা রঙের আঁশের মত পাতা আছে, (৩) পাতা ও কাণ্ডের জোড়স্থে মুকুল (Bud) আছে এবং (৪) মূলত্রাণ (Root cap) থাকে না। এই লক্ষণগুলির সাহায্যে, ইহারা যে কাণ্ড, মূল নহে, তাহা সহজেই বুঝিতে পারা যায়।

Q. 6. Enumerate the several functions of the stem.

Ans. কাণ্ডের কার্য—

- (১) কাণ্ড পত্র, পুষ্প, ফল প্রভৃতি ধারণ করে।
- (২) ইগা মূল হইতে পত্র খাণ্ডের উপাদানসমূহ চালিত করে।
- (৩) ক্ষেত্রনিশেষে কাণ্ডে খাণ্ড সঞ্চিত থাকে।
- (৪) কোন কোন সময় ইহা গাছের বংশবৃদ্ধির সহায়তা করে।
- (৫) কাণ্ড সময় সময় আকর্ষে রূপান্তরিত হইয়া লতানে গাছসমূহের আরোহণে সহায় হয়।
- (৬) কণ্টকাদিতে রূপান্তরিত শাখা প্রশাখার সাহায্যে গাছ আশ্রয়ক করে।

(৭) কখন কখন চ্যাপ্টা ও সবুজ হইয়া গাছের কাণ্ড, পাতার কাণ্ড করে।

Q. 7. Enumerate with examples the different types of (i) venation (ii) margin (iii) apex and (iv) shape of leaves.

Ans. (i) পত্রের শিরাবিভাগের (Venation) প্রকার ভেদ—
ফলকের মোটা মোটা শিরা সকলের বিভাগ অসুসারে পাতার শিরাবিভাগ নিম্ন-
লিখিত প্রকারের হইয়া থাকে। যথা—

(১) পক্ষশির (Pinni-veined or Pinnate),—ইহাতে একটি মধ্যশিরার
দুইপাশে শাখাশিরাগুলি পালকের মত সাজান থাকে ; যেমন আম পাতার।

(২) করশির (Palmi-veined or Palmate),—ইহাতে একাধিক প্রধান
শিরা বোটার আগা হইতে বাহির হইয়া ফলকের মধ্যে হাতের আঙ্গুলের মত
ছড়াইয়া পড়ে। কুমড়া পাতায় এইরূপ দেখা যায়।

(৩) বক্রশির (Curvi-veined),—ইহাতে ফলকের মধ্যে একটি প্রধান
শিরা থাকে এবং অল্প প্রধান শিরাগুলি, উহার দুইপাশে ধনুকের মত বাঁকিয়া
থাকে ; তেজপাতার শিরাবিভাগ এইরূপ।

(৪) সমান্তরালশির (Parallel-veined),—ইহাতে প্রধান শিরাগুলি
পরস্পর সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে ; যেমন বাঁশপাতার।

(৫) জালশিরাবিভাগ (Reticulate venation),—ইহাতে উপশিরাগুলি
(Veinules) ফলকের মধ্যে বিস্তৃত হইয়া জালের আকার গঠন করে।

(ii) পাতার কিনারার (Margin) প্রকারভেদ—(১) সমান (Entire),
—যেমন বটপাতার। (২) করাতের দাঁতের মত (Serrate),—যেমন
মোপাটি বা গোলাপের পাতার। (৩) দাঁত সোজা (Dentate),—যেমন-
স্বতকুমারীর পাতার। (৪) দাঁতের অগ্রভাগ গোলাকার (Crenate)।

(iii) পাতার অগার (Apex) প্রকারভেদ—(১) সূক্ষাগ্র (Mucronate); যেমন আম পাতার। (২) দীর্ঘশিখ (Acuminate); যেমন পানপাতার। (৩) সূচ্যগ্র (Mucronate); যেমন খেজুর পাতার। (৪) ভোঁতা (Obtuse); যেমন কাঁঠাল বা বটপাতার। (৫) খাঁজকাটা (Emarginate); যেমন আমকল পাতার।

(iv) পাতার আকারের (Shape) প্রকারভেদ—(১) লম্বাকৃতি (Linear); যেমন ধানের পাতা। (২) বল্লমাকৃতি (Lanceolate); যেমন বাঁশপাতা। (৩) ডিম্বাকৃতি (Ovate); যেমন বটপাতা। (৪) হৃদয়াকৃতি (Cordate); যেমন পানপাতা। (৫) বৃত্তাকৃতি (Reniform); যেমন থানকুনির পাতা। (৬) বাণাকৃতি (Sagittate); যেমন কচু পাতা। (৭) হংসপদাকৃতি (Crisped); যেমন লাউপাতা। (৮) সূচ্যাকৃতি (Acicular); যেমন পাইন-গাছের পাতা। (৯) চক্রাকৃতি (Rotund); যেমন পদ্মপাতা। (১০) বর্শাকৃতি (Hastate); যেমন কলমপাতা।

Q. 8. Enumerate the different functions of leaves.

Ans. পাতার কার্য,—

- (১) পাতা মূল হইতে প্রেরিত উপাদানগুলিকে জৈববাঞ্ছা পরিণত করে।
- (২) বাতাস হইতে গৃহীত অংগারক বাষ্পের সাহায্যে ইহা শ্বেতসার (Starch) প্রভৃতি খাদ্য প্রস্তুত করে।
- (৩) পাতার সাহায্যে গাছের শ্বাসকার্য চলিয়া থাকে।
- (৪) প্রস্বেদন (Transpiration) কার্যও ইহার সাহায্যে ঘটিয়া থাকে।
- (৫) আকর্ষে রূপান্তরিত পাতা, গাছকে আরোহণে সাহায্য করে; যেমন উলট-চণ্ডালের পাতা।

(৬) কণ্টকে রূপান্তরিত পাতা, গাছকে বর্গীশকর আক্রমণ হইতে রক্ষা করে। যেমন খেজুর পাতা।

(৭) ভূনিম্নস্থ কাণ্ডের পাতা (শঙ্কপত্র), গাছকে উদ্ভাপ ও শৈত্যের আধিক্য হইতে রক্ষা করে।

(৮) কোন কোন গাছের পাতায় খাণ্ড সঞ্চিত থাকে; যেমন স্বতকুমারীর পাতা।

(৯) কোন কোন গাছে পাতা, বংশবৃদ্ধির সহায়তা করে; যেমন পাথরকুচির পাতা;

(:০) পতংগ-ভুক্ (Insectivorous) গাছের পাতা, পতংগ ধরিবার কাঁদে রূপান্তরিত হয় এবং পতংগ-দেহ হইতে নাইট্রোজেন-ঘটিত খাণ্ড সংগ্রহ করে।

Q. 9. What is assimilation ?

Ans. মূলের সাহায্যে বৃক্ষসকল মাটি হইতে নাইট্রেট (Nitrate), সালফেট (Sulphate) প্রভৃতি নানাপ্রকার খাণ্ডের উপাদান এবং পাতার সাহায্যে বায়ু হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন সংগ্রহ করে। পাতার কোষের (Mesophyll cells) ভিতর যে প্রোটোপ্লাজম থাকে তাহা ঐ উপাদানগুলিকে ষ্টাচ', প্রোটিন্ প্রভৃতি জৈবখাদ্যে পরিণত করে। খাণ্ডের ঐ পরিপাক কার্যকেই পরিপাকক্রিয়া বা Assimilation বলা হয়। ইহা দুইপ্রকার—

(১) অংগার-আস্বকরণ (Carbon-assimilation).—উপযুক্ত স্বর্ষালোক ও উদ্ভাপ পাইলে গাছের পাতা প্রভৃতি সবুজ অংশ সমূহ, চতুঃপার্শ্ববর্তী বায়ুমণ্ডল হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড টানিয়া লয়। এই গ্যাস পাতার রন্ধুর (Stoma) ভিতর দিয়া পাতার মধ্যে প্রবেশ করে। পাতার ভিতর যে সবুজ কলিকাসমূহ (Chloro-plasts) থাকে, তাহারা স্বর্ষরশ্মি শোষণ করিয়া কোষের মধ্যে শক্তি উৎপাদন করে। এই শক্তির সাহায্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড্ জলের

সহিত মিশ্রিত হইয়া ফরম্যালডিহাইডে (Formaldehyde) পরিণত হয়। এই ফরম্যালডিহাইড্ ক্রমে চিনিতে এবং পরে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ষ্টার্চকণিকায় (Assimilation starch) পরিণত হয়।

(২) নাইট্রোজেন-আত্মকরণ (Nitrogen assimilation),— মূলরোম মাটি হইতে নানাপ্রকার নাইট্রোজেন-বহিত খাদ্য (Nitrates) সংগ্রহ করিয়া কাণ্ডের ভিতর দিয়া পাতায় পাঠাইয়া দেয়। পাতায় স্বর্গলোক সংস্পর্শে নানাপ্রকারে পরিবর্তিত হইয়া এই উপাদানগুলি এ্যামাইডে (Amide) এবং পরে প্রোটোইডে (Proteid) পরিণত হয়। সাল্ফার ও ফস্ফরাস্ সহযোগে এই প্রোটোইড আবার প্রোটোপ্লাজম্ (Protoplasm) গঠন করে।

Q. 10. How would you prove that in the presence of sun-light oxygen is given out during carbon-assimilation ?

Ans. স্বর্গলোকে অংগার-আত্মকরণ (Carbon assimilation) করিবার কালে গাছের সবুজ অংশ হইতে অক্সিজেন গ্যাস বাহির হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে ইহা প্রমাণ করিতে পারা যায় —

একটি পাত্রে কিছু ঝাঁঝি, রাখিয়া উহাকে একটি কাচের চোঙ দিয়া ঢাকিয়া রাখিতে হইবে। পরে, পাত্রে জল ঢালিয়া চোঙটিকে সম্পূর্ণরূপে জলে ডুবাইয়া দিয়া চোঙের নলের উপর একটি জলপূর্ণ পরীক্ষা-নল এমন ভাবে উপুড় করিয়া রাখিতে হইবে যেন উহার মধ্যে কিছুমাত্র বাতাস প্রবেশ করিতে না পারে। এইবার পাত্রটিকে স্বর্গলোকের মধ্যে কিছুক্ষণ রাখিয়া দিলে, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে—ঝাঁঝি হইতে বৃহদুদ উষ্ণিয়া পরীক্ষা-নলের ভিতরে বাইতেছে এবং পরীক্ষা-নলের জল নামিয়া আসিতেছে। এই বৃহদুদাকার গ্যাসই অক্সিজেন। খানিকটা গ্যাস জমিলে পর, পরীক্ষানলটি তুলিয়া লইয়া উত্তর

মুখে একটি শিখাহীন জলন্ত কাঠি ধরিলে, উহা খুব উজ্জল ভাবে জলিয়া উঠিবে। পাত্রটিকে স্বর্গালোক হইতে সরাইয়া লইলে, বৃদ্ধ উঠা বন্ধ হইয়া যাইবে।

Q. 11. How would prove that (i) Starch and (ii) Chloroplasts can not be formed without sun-light ?

Ans. (i) টবে বসান কোন গাছকে দুই একদিন অন্ধকারে রাখিতে হইবে। ঐরূপ অবস্থায় গাছের পাতায় কোন খেতসার (Starch) থাকিবে না। এইবার উহার একটি পাতার কিয়দংশ ভাল ভাবে ঢাকিয়া রাখিয়া অবশিষ্টাংশে স্বর্গালোক লাগাইতে হইবে। কিছুক্ষণ পরে ঢাকা খুলিয়া ফেলিয়া, পাতাটি উষ্ণ সুরাসারকে (Alcohol) ডুবাইয়া রাখিলে, উহার সবুজ-কণা সমূহ বাহির হইয়া যাইবে। এখন ঐ পাতায় আঙুলিনের দ্রবণ ঢালিয়া দিলে, পাতার যে অংশে স্বর্গালোক লাগিয়াছিল তাহাতে খেতসার জন্মিয়াছে বলিয়া তাহা নীল হইয়া যাইবে; এবং যে অংশ ঢাকা ছিল, তাহার কোন পরিবর্তন হইবে না। স্বর্গালোক অভাবে পাতার এই অংশে খেতসার প্রস্তুত হইতে পারে নাই বলিয়া, এইরূপ হইয়াছে।

(ii) সবুজ দূর্ব। ঘাসের উপর একটি ইট চাপা দিয়া কয়েকদিন রাখিবার পর ডুলিয়া দেখিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে ইটের তলার ঘাসগুলি সাদা হইয়া গিয়াছে। ঐ সাদা ঘাসগুলির উপর কয়েক দিন স্বর্গালোক পড়িলে, উহার আবার সবুজ হইয়া উঠিবে। স্বর্গালোক ব্যতীত সবুজ-কণা (Chloroplasts) উৎপন্ন হয় না বলিয়াই এইরূপ হইয়া থাকে।

Q. 12. (i) What do you mean by aerobic and anaerobic respiration ? (ii) How would you prove that plants inhale oxygen and exhale an equal

volume of carbon-di-oxide ? (iii) Demonstrate the truth of the statement "Plants also must breathe in order to live."

Ans. (i) পাঠ্য সাকলের পিঠে এবং গাছের স্বকে অসংখ্য ছিদ্র থাকে ; এই ছিদ্র দিয়া উগার বাতির হইতে বা । সংগ্রহ করিয়া শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে । ইহাই এ্যারোবিক (Aerobic) শ্বাসকার্য । শ্বাসগ্রহণ কালে বায়ুমধ্যস্থ অক্সিজেনের সহিত উদ্ভিদদেহে সঞ্চিত খাদ্যসমূহের রাসায়নিক সংযোগ ঘটে ; ফলে জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া আসে । দিনের বেলায় এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড স্থগীলোকে উদ্ভিদ দেহেই বিলিষ্ট হয় বলিয়া ছিদ্র দিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিবর্তে অক্সিজেন বাহির হইয়া আসে । উদ্ভিদের এই শ্বাসকার্য আলোর উপর নির্ভর করে না । উহা দিনে ও রাত্ৰিতে সমানভাবে চলে ।

বাহিরের বাতাস হইতে অক্সিজেন না লইয়াও অনেক সময় গাছ কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে । উদ্ভিদ মধ্যস্থ এনজাইমের (Enzymes) ক্রিয়ায় প্রোটাপ্লাজম বিলিষ্ট হওয়ার ফলে, এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড বহির্গত হয় বলিয়া ইহাকে এ্যানিরোবিক (Anaerobic) শ্বাস-কায বলা হয় ।

(ii) একটি ম্যানোমিটার-সংযুক্ত (Mano-meter) কাচের বোতলে, কষ্টিক পটাশের (Caustic Potash) ভিত্তর দিয়া চালিত (সুতরাং কার্বন-ডাই অক্সাইড-বিহীন) বায়ু ভরিয়া দিয়া, উগার মধ্য কতকগুলি অংকুরিত ছোলা এবং কষ্টিক-পটাশ-পূর্ণ একটি পরীক্ষা-নল, রাখিলে দেখা বাইবে যে বোতলের মধ্যস্থিত বায়ুর চাপ ক্রমশঃই কমিয়া যাইতেছে এবং কষ্টিক-পটাশের উপর পটাসিয়ম কার্বনেটের সর পড়িতেছে । বীজগুলি শ্বাসগ্রহণকালে বাতাস হইতে অক্সিজেন লইয়া যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দিয়াছিল, তাহা কষ্টিক-পটাশ শোষণ করায়, বোতলের ভিতরে বায়ুর চাপ কমিয়া গিয়াছে । কষ্টিক-পটাশ বাদ দিয়া

এই পরীক্ষা করিলে চাপের হ্রাস বা বৃদ্ধি কিছুই লক্ষিত হইবে না। ইহা হইতে বুঝা যায় যে, উদ্ভিদ, শ্বাসগ্রহণ কালে যে-পরিমাণ অক্সিজেন গ্রহণ করে, শ্বাসত্যাগ কালে ঠিক সেই পরিমাণে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দেয়।

(iii) উদ্ভিদের পক্ষেও বাঁচিতে হইলে শ্বাসগ্রহণ করিতে হয়। শ্বাসকার্য বন্ধ হইয়া গেলে উদ্ভিদ মরিয়া যায়। নিম্নলিখিত পরীক্ষার সাহায্যে ইহা সপ্রমাণ করিতে পারা যায়—

একটি খুব ছোট চারাগাছকে মাটি হইতে না তুলিয়াই একটা বেলজার (Bell-jar) দিয়া ঢাকিয়া রাখিতে হইবে। এইবার বেলজারের মধ্যে পাইরোগ্যালিক এসিড (Pyrogallic acid) পূর্ণ একটি বাটি ভরিয়া দিলেই, দেখিতে পাওয়া যাইবে যে গাছটি ক্রমশঃই মরণাপন্ন হইয়া পড়িতেছে। কিছুক্ষণের পর গাছটি মরিয়া যাইবে। পাইরোগ্যালিক এসিড বেলজার মধ্যস্থ বায়ুর সমস্ত অক্সিজেন শুষিয়া লওয়ায় শ্বাসরুদ্ধ হইয়া গাছটি মরিয়া গিয়াছে।

Q. 13. (i) Why do plants transpire ? (ii) Describe the Principal organs of transpiration. (iii) What are the several effects of transpiration ? (iv) Mention the conditions necessary for transpiration. (v) How would you prove that plants transpire ?

Ans. (i) প্রস্বেদনের কারণ—

জলে দ্রবীভূত খনিজ পদার্থসমূহ গ্রহণ করিবার জন্ত মূলরোমের সাহায্যে গাছ বত জল শোষণ করে, তত জল তাহার প্রয়োজন হয় না। তাই প্রয়োজন মত জলের কিয়দংশ রাখিয়া বাকী অংশ উহার বাষ্পাকারে বাহির করিয়া দেয়। বাষ্পাকারে এই অতিরিক্ত জল নিকাশকেই প্রস্বেদন বা Transpiration বলা হয়।

(ii) প্রস্বেদনের স্থান—

- (১) পত্রমধ্যস্থ কোষসমূহের সর্বাঙ্গের বাহিরের স্তরে, (২) পত্রপৃষ্ঠে এবং
(৩) পত্ররন্ধ (Stoma) সমূহে—এই প্রস্বেদন কার্য সম্পন্ন হয়।

(iii) প্রস্বেদনের উপকারিতা—

- (১) প্রস্বেদন সাহায্যে উদ্ভিদদেহে অত্যধিক উত্তাপের হাত হইতে রক্ষা পায়। উহা উদ্ভিদদেহকে শীতল করে। (২) মৃত্তিকা হইতে জলশোষণ এবং ঐ জল উদ্ভিদের অগ্রাগ্র অংশে প্রেরণ কার্যে ইহা সাহায্য করে। (৩) জল শোষণ ও প্রস্বেদন যখন সমান তালে চলিতে থাকে, তখন গাছ বেশ সতেজ থাকে। (৪) জলশোষণ অপেক্ষা প্রস্বেদনের মাত্রা যদি অধিক হয়, তবে গাছ নিস্তেজ হইয়া পড়ে। (৫) অনাবগত জলে উদ্ভিদদেহের বে ক্ষতি হয়, প্রস্বেদন দ্বারা তাহা নিবারিত হইয়া থাকে।

(iv) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি প্রস্বেদনের জন্য একান্ত প্রয়োজনীয়,—

- (১) মূল-দ্বারা মাটি হইতে প্রচুর জলশোষণ।
(২) মাটির উত্তাপ, পরিমিত (মনে করুন 35° সি) হওয়া।
(৩) মাটিতে, জলে-দ্রবণীয় পদার্থসমূহের অবস্থান।
(৪) আলোক, চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুর উত্তাপ ও আর্দ্রতা এবং বায়ুপ্রবাহঃ উদ্ভিদের প্রস্বেদন কার্যে হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটায়।

(v) প্রস্বেদন পরীক্ষা—

টবে-বসান একটি ছোট চারাগাছ কিছুক্ষণ রোদে রাখিবার পর উহাকে একটি বেশ ঠাণ্ডা বেলজার (Bell-jar) দিয়া ঢাকা দিলে জারের গায়ে ভিতরের দিকে জলকণা জমিতে দেখা যাইবে। প্রস্বেদনের ফলে গাছ হইতে নির্গত জলীয় বাষ্প বেলজারের শীতল গায়ে লাগিয়া জমিয়া জলকণায় পরিণত হইয়াছে বুঝা গেল।

Q. 14. Give a description of the different parts of a flower and state the function served by each of them.

Ans. সাধারণতঃ ফুলে চারিটি চক্র দেখিতে পাওয়া যায়। যে সকল ফুলে চারিটি চক্রই বর্তমান থাকে তাহাদিগকে **সম্পূর্ণ ফুল** বা **Complete flower** বলে। যে সকল ফুলে চারিটি চক্রের মধ্যে কোন একটিরও অভাব ঘটে তাহাদিগকে **অসম্পূর্ণ ফুল** বা **Incomplete flower** বলা হয়। নিম্নে ফুলের চারিটি চক্রের নাম, পরিচয় ও কার্য দেওয়া হইল—

(১) **বৃত্তি (Calyx)**—চারিটি চক্রের মধ্যে এই চক্রটি সকলের নিচে থাকে। ইহা কতকগুলি **বৃত্ত্যংশ (Sepal)** লইয়া গঠিত। কোন কোন ফুলে বৃত্ত্যংশগুলি পৃথক্ভাবে থাকে (**Poly-sepalous**) ; আবার কোন কোন ফুলে উহারা মিলিত ভাবে থাকে (**Gamo-sepalous**) ।

কার্য—বৃত্তি, ফুলের ভিতরের অস্ত্রাশ্র অংশগুলিকে রক্ষা করে।

(২) **দল (Corolla)**—বৃত্তির ঠিক উপরেই এই চক্রের স্থান। কতকগুলি **পাপড়ি (Petal)** লইয়া এই চক্র গঠিত হয়। কোন কোন ফুলের পাপড়িগুলি পৃথক্ভাবে থাকে (**Poly-petalous**) ; আবার কোন কোন ফুলে উহারা মিলিতভাবে থাকে (**Gamo-petalous**) ।

কার্য—ইহা বর্ণ, গন্ধ ও মধু প্রভৃতির সাহায্যে কীটপতংগাদিকে আকৃষ্ট করিয়া পরাগ-সংযোগের সহায়তা করে।

(৩) **পুংকেশরচক্র (Androeceium)**—দলের ঠিক উপরেই এই চক্রটি থাকে। ইহা কতকগুলি **পুংকেশর (Stamen)** লইয়া গঠিত। প্রত্যেক কেশরে একটি **সূত্র (Filament)** এবং সূত্রের মাথায় একটি **পরাকোষ (Anther)** থাকে।

কার্য—ইহার পরাগ-কোষের মধ্যে **পুংজননকোষ (Male gamete)** থাকে বলিয়া ইহা গাছের বংশবৃদ্ধির একটি অত্যাাবশ্যক অংগ।

(৪) **গর্ভকেশরচক্র** (Gynaeceum)—ইহাই চতুর্থ চক্র এবং পুংকেশর চক্রের পরেই ইহার স্থান। কয়েকটি গর্ভকেশর (Carpel) লইয়া ইহা গঠিত। কোন কোন ফুলে গর্ভকেশরসমূহ যুক্ত থাকে (Syncarpous)। আবার কোন কোন ফুলে উহারা পৃথক থাকে (Apocarpous) ; গর্ভকেশরের তিনটি ভাগ— (১) **গর্ভমুণ্ড** (Stigma) (২) **গর্ভদণ্ড** (Style) এবং (৩) **গর্ভকোষ** (Ovary)। গর্ভকোষের মধ্যে **ডিম্বকোষ** (Ovule) থাকে।

কার্য—ইহাদের ডিম্বকোষে জীজননকোষ (Ovum) থাকে বলিয়া গাছের বংশবৃদ্ধির জন্ত ইহা একটি নিত্য প্রয়োজনীয় এবং অপরিহার্য অংগ।

Q. 15. Describe the functions of a flower.

Ans. ফল ও বীজ উৎপন্ন করিয়া গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি করাই ফুলের প্রধান কার্য। পুংকেশরস্থিত পরাগ, গর্ভমুণ্ডের উপর পতিত হইলে উহা গর্ভমুণ্ডের রসের সাহায্যে **পরাগনল** (Pollen tube) উৎপন্ন করে। পরাগনল গর্ভদণ্ডের ভিতর দিয়া গর্ভকোষে এবং ডিম্বক-রন্ধের ভিতর দিয়া ডিম্বকোষে (Ovule) প্রবেশ করে। এইস্থানে পুংজননকোষ ও জীজননকোষের মিলন হয়। এই মিলনকেই **নিষেক** (Fertilisation) বলে। নিষিক্ত হওয়ার ফলে গর্ভকোষ ফলরূপে এবং ডিম্বকোষ বীজে পরিণত হয়। বীজের মধ্যে **জ্রণ** (Embryo) থাকে এবং উহা হইতেই নূতন গাছ জন্মে। এই প্রকারে ফুলের সাহায্যে গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি ঘটে।

Q. 16. What are the different methods by which pollination is effected ?

Ans. ফুলের গর্ভকোষের মস্তকে পরাগ পতিত হওয়াকেই **পরাগ-সংযোগ** (Pollination) বলা হয়। পরাগ-সংযোগ দুইপ্রকার—১। **স্বকীয় পরাগাণ্বয়** (Self-pollination) এবং ২। **সংকর পরাগাণ্বয়** (Cross-pollination)। কোন পুষ্পের পরাগ যদি সেই পুষ্পেরই গর্ভমুণ্ডে পতিত হইয়া গর্ভাধান ক্রিয়া

সম্পন্ন হয়, তবে তাহা স্বকীয় পরাগাঘর। কিন্তু কোন পুষ্পের পরাগ যদি অন্য কোন পুষ্পের গর্ভমুণ্ডে পতিত হইয়া গর্ভাধান ঘটায়, তবে তাহা সংকর পরাগাঘর।

পরাগ-সংযোগ পাঁচপ্রকারে ঘটয়া থাকে—

(১) কীটপতঙ্গ প্রভৃতির সাহায্যে (Entomophilous),—মধু, পরাগ প্রভৃতি আহাৰ্য সংগ্রহের জন্য কীট-পতঙ্গ একতুল হইতে অন্য তুলে উড়িয়া বেড়ায়। উহাদের গমনাগমনে পরাগ সংযোগ ঘটে। কীট পতঙ্গ প্রভৃতির সাহায্যে যে সকল ফুলের পরাগ-সংযোগ ঘটে তাহারা সাধারণতঃ সুন্দর গন্ধ, উজ্জ্বল রং ও মিষ্টরসবিশিষ্ট হয়। উহাদের পরাগ ও গর্ভমুণ্ড আটাল ও কাঁটায়ুক্ত, শলা, বেগুণ, মটর, গোলাপ প্রভৃতির ফুল এই ধরনের।

(২) বায়ু দ্বারা (Anemophilous),—আম, নারিকেল, পিটুলি, লিচু, জাম, জামরুল প্রভৃতির ফুলে বায়ুদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে। যে সকল ফুলে বায়ুদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে তাহাদের বর্ণ-বৈশিষ্ট্য, গন্ধ ও মধু থাকে না; পরাগ আটাইন, শুষ্ক ও হালকা এবং অনেক পরিমাণে উৎপন্ন হয়; গর্ভমুণ্ড বড়, শাখায়ুক্ত এবং কেশাবিহীন হইয়া থাকে। পরাগ-সংযোগ কালে এই সকল গাছের পাতা প্রায় ঝরিয়া যায়।

(৩) পাখী দ্বারা (Ornithophilous),—কুম্বচূড়া, রাধাচূড়া, শিমূল প্রভৃতির ফুলে পাখীদ্বারা পরাগ-সংযোগ ঘটে। এই সকল গাছে পোলো পোলো টকটকে লাল ফুল হয় এবং কাক শালিক প্রভৃতি পাখীদ্বারা পরাগ সংযোগ ঘটে। পরাগ-সংযোগ কালে এই সকল গাছের পাতা ঝরিয়া পড়ে।

(৪) অগ্নি প্রাণী দ্বারা (Zoo-philous),—পালতে, মাদার প্রভৃতি ফুলে কাঠবিড়াল প্রভৃতির দ্বারা পরাগসংযোগ ঘটয়া থাকে।

(৫) জল দ্বারা (Hydrophilous),—জলজ উদ্ভিদের ফুলে পরাগ-সংযোগ প্রায়ই জলের সাহায্যে ঘটয়া থাকে। পাটো শেওলা (Vallisneria spiralis) ফুলে জলদ্বারা পরাগ-সংযোগ হয়।

Q. 18. Describe the edible parts of the following fruits: (a) brinjal, guava, (b) plantain, cucumber, water melon (c) orange (d) apple (e) custard apple (f) chalta (g) jack fruit (h) fig (i) pine apple (j) litchi (k) cocoa-nut and (l) mango.

Ans. (a) বেগুন, পেয়ারা,—ইহাদের বাহিরের স্তর (Epicarp), মধ্যের স্তর (Mesocarp) এবং ভিতরের স্তর (Endocarp)—এই তিনটি স্তরই খাওয়া হয়।

(b) কলা, শশা, ডুরহুজ,—আমরা ইহাদের মধ্যের স্তরটি (Meso-carp) এবং ভিতরের স্তরটি (Endo-carp) খাইয়া থাকি।

(c) কমলা লেবু,—ইহার ভিতরের স্তর (Endo-carp) পাতলা এবং উহার ভিতরদিকের গায়ে রসপূর্ণ কেশ থাকে। ইহার এই রসপূর্ণ কেশই আমরা খাইয়া থাকি।

(d) আপেল,—ইহাদের রসাল পুষ্পাধার (Thalamus) খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

(e) আতা,—ইহা একটি বিশেষ ধরণের গুল্ম ফল। নিবিস্তকরণের পর ইহাদের গর্ভকেশরগুলি হইতে পৃথক পৃথক অনেকগুলি রসাল ফল জন্মে, কিন্তু পাকিবার সময় উহাদের আগাগুলি জুড়িয়া গিয়া একটিমাত্র ফলের আকার ধারণ করে। ইহাদের ভিতরের গর্ভকোষের রসাল আবরণ আমরা খাইয়া থাকি।

(f) চালতা,—ইহাও একটি বিশেষ ধরণের গুল্মফল। ইহাদের বৃতি (Persistent calyx) বড় ও রসাল হয় এবং ফলকে জড়াইয়া থাকে। এই রসাল বৃতিই খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

(g) **কাঁঠাল**,—ইহা একটি যৌগিক ফল। ইহার গায়ে যে কাঁটা দেখা যায় তাহাদের প্রত্যেকটি এক একটি ফুলের গর্ভদণ্ড। কাঁঠালের মধ্যস্থিত মোটা দণ্ডটি মঞ্জরীর শীষ (Rachis of the inflorescence)। এই দণ্ডের গায়ে যে কোয়া লাগান থাকে, তাহা ফুলের বীজকোষ হইতে উৎপন্ন এবং উহাই খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়। এই কোয়ার মধ্যে বীজ থাকে। কাঁঠালের বাহা ভুতুড়ি তাহা অনিষিক্ত ফুলের আবরণ।

(h) **ডুমুর**,—ইহাও একটি যৌগিক ফল। ইহার আকার ঘটির মত। ঘটির ভিতরের গায়ে ছোট ছোট ফুল হইতে ছোট ছোট দানার মত ফল উৎপন্ন হয়। ঘটির আকৃতিবিশিষ্ট ইহার মঞ্জরী-দণ্ড (Rachis) আমরা খাইয়া থাকি।

(i) **আনারস**,—ইহা আর একটি যৌগিক ফল। ইহার গায়ে যে ছয় কোণা “চোখ” দেখিতে পাওয়া যায়, তাহা এক একটি ফুল হইতে উৎপন্ন। ইহার ভিতরের দণ্ডাকৃতি কঠিন অংশই মঞ্জরীর দণ্ড (Rachis)। ছাল ছাড়াইলে, বেরসাল অংশ বাহির হয় তাহা ফুলের নীচেকার অংশ হইতে উৎপন্ন এবং উহাই খাদ্যরূপে গ্রহীত হয়।

(j) **লিচু**,—ইহার বাহিরের স্তর (Epicarp) ও মধ্যের স্তরের (Mesocarp) মিলনে বাহিরের ছালটি (খোসা) উৎপন্ন হইয়া থাকে। ভিতরের স্তর (Endo-carp) কাগজের মত পাতলা। ইহার ভিতরের স্তর ও বীজের মধ্যবর্তী শাদা শাঁসাল অংশই (Arl) খাদ্য।

(k) **নারিকেল**,—ইহার ছোবড়া, বাহিরের ও মধ্যের স্তরের মিলনে উৎপন্ন। কঠিন খোলটিই ভিতরের স্তর (Endo-carp)। খোলের ভিতর জল এবং শাদা শাঁসভরা বীজ। বীজের ঐ শাদা সার আমরা খাইয়া থাকি।

(l) **আম্র**,—ইহার বাহিরের স্তরই (Epicarp) ছাল; মধ্যের স্তরের (Mesocarp) রসাল অংশ আমরা খাইয়া থাকি। ইহার আঁটিই (Stone) ভিতরের স্তর (Endo-carp) এবং উহারই ভিতর বীজ থাকে।

(iii) **শেড্ডার**,—ইহার বাহিরের স্তর (Epicarp) লাল ও চকচকে।
 মধ্যের স্তর (Mesocarp) খাতরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহার পরেই যে শাখা পর্দা
 থাকে তাহা ভিতরের স্তর (Endo-carp)। ইহারই ভিতর বীজ বা আঁটি থাকে।

Q. 19. Give an account of the importance of seed-distribution and describe the several methods adopted by plants for the purpose.

Ans. (i) গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধির জন্ত বীজের বিস্তার (Seed-distribution) একান্তই আবশ্যিক। গাছের বীজগুলি যদি একই স্থানে (গাছের তলায়) পড়ে এবং ঐস্থান যদি বীজের অংকুরণের পক্ষে অনুপযুক্ত হয়, তবে বীজ অংকুরিত হয় না এবং গাছের বীজোৎপাদনের সকল উদ্দেশ্যই ব্যর্থ হইয়া যায়। আবার অমুকুল অবস্থায় বীজ অংকুরিত হইলেও উপযুক্ত আলোক, বাতাস বা খাতের অভাবে শিশু উদ্ভিদগুলি বর্ধিত হইতে পারে না; অধিকন্তু জীবনরক্ষার জন্ত পরস্পর মারামারি করিয়া ধ্বংসপ্রাপ্ত হয়। বীজগুলি যদি একস্থানে না পড়িয়া নানাস্থানে ছড়াইয়া পড়ে তবে অমুকুল অবস্থায় পড়িয়াছে এমন কতকগুলি বীজও অন্তত ভালভাবে অংকুরিত হইয়া গাছের বংশরক্ষা ও বংশবৃদ্ধি করিতে পারে। তাই, বীজগুলি বাহাতে নানাস্থানে ছড়াইয়া পড়িতে পায়, গাছ সর্বদাই তাহার ব্যবস্থা করে।

(ii) এই উদ্দেশ্যে উদ্ভিদজগতে বীজের বিস্তারের জন্ত যে সকল কৌশল দেখা যায়, নিম্নে তাহাদেরই কয়েকটির বিবরণ দেওয়া হইল,—

ক্ষোভক ফলের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by explosive fruits)—দোপাটি, শেফালিকা, আমরুল প্রভৃতির ফল পাকিলে এরূপ জোরে কাটে যে বীজগুলি বহুদূরে গিয়া পড়ে।

বাতাসের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by wind)—শিমুল, ক্লার্পাস, আকন্দ, পাইন, শাল প্রভৃতির বীজ বাতাসের সাহায্যে

বিস্তৃতিলাভ করে। ইহাদের বীজগুলি খুব হালকা এবং উহাদের কাহারও কাহারও গায়ে কেশের গোছা বা পাখানা থাকে।

জীব জন্তুর সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by birds and animals),—(i) আম, জাম, লিচু প্রভৃতি ফল রসাল এবং সুমিষ্ট। মাদুর এবং অন্যান্য পশুপক্ষী উহাদিগকে খাইয়া উহাদের বীজ দূরে ফেলিয়া দেয়। (ii) আশাং, চোরকাঁটা প্রভৃতির কাঁটাযুক্ত ফল এবং পুনর্নবা প্রভৃতির আঠাযুক্ত ফল, জীবজন্তুর গায়ে আটকাইয়া যায় এবং উহাদের দ্বারা স্থানান্তর প্রাপ্ত হয়। (iii) জলজ উদ্ভিদের বীজ, কাদাখোঁচা, হাঁস, বক প্রভৃতির দ্বারা বিস্তৃতিলাভ করে। (iv) কঁচ, নটকান প্রভৃতি ফলের বীজ দেখিতে অতিশয় সুন্দর। কোন কোন পাখী খাত ভাবিয়া উহাদিগকে লইয়া যায় এবং অবশেষে নিজেদের ভ্রম-স্থিতিতে পারিয়া দূরে ফেলিয়া দেয়। (v) খেজুর, এবং বট ও অশ্বখ প্রভৃতির বীজ পশুপক্ষিসকল হজম করিতে পারে না; ঐ ফলসকল খাইয়া উহারা যেখানে মলত্যাগ করে, বীজগুলি সেই স্থানে পতিত থাকে।

জলের সাহায্যে বীজের বিস্তার (Dispersal by water),—জলজ উদ্ভিদ এবং নারিকেল প্রভৃতির ফল ও বীজ জলের সাহায্যে দেশ দেশান্তরে নীত হয়। ইহাদের জলে ভাসিবার এবং জলে আশ্রয়কা করিবার বহুবিধ কৌশলও দেখিতে পাওয়া যায়।

Q. 20. How do plants protect themselves from injurious animals?

Ans. অপকারী জীবজন্তুর হাত হইতে আশ্রয়কা করিবার জন্ত উদ্ভিদজগতে যে সকল কৌশল দেখা যায় নিম্নে তাহাদেরই কয়েকটির বিবরণ দেওয়া হইল—

(১) শিয়ালকাঁটা, ফনিমনসা, আনারস প্রভৃতির পাতা বা পাতার কিয়দংশ কাঁটার (Spines) রূপান্তরিত হয়। (২) বেগুন, গোলাপ প্রভৃতির পাতার উপর বা কাণ্ডে কাঁটা (Prickles) জন্মে। (৩) বেল, শিয়াকুল প্রভৃতির শূখা প্রশাখা

কাঁটার (Thorns) রূপান্তরিত হয়। (৪) বিছুটি, আলঙশিলতা প্রভৃতির গায়ে বিবাক্ত এ্যানিডপূর্ণ কেশ জন্মে। (৫) ওল, কচু প্রভৃতির কোষে সূচ্যাকৃতি রাফাইড (Needle-shaped raphides) থাকে। (৬) করবী প্রভৃতির বিশেষ বিশেষ টিস্যুতে (Laticiferous tissues) বিবাক্ত বা তিক্ত রস বা দুগ্ধ (Milky-latex) থাকে। (৭) গাঁদাল প্রভৃতি গাছের এমন দুর্গন্ধ যে তাহাদের কাছে কোন প্রাণীই যাইতে চায় না। (৮) নিম প্রভৃতি গাছ, তিক্ত কাণ্ড ও পাতার সাহায্যে আত্মরক্ষা করে। (৯) উলু প্রভৃতি গাছের পাতার ধারগুলি খুব ধারাল বলিয়া কেহ উহাকে খাইতে চায় না। (১০) বাঘলা প্রভৃতি গাছ আত্মরক্ষার জন্য একদল লাল পিপড়া পুঁথিয়া থাকে। (১১) কোন কোন গাছের আকার সাপ বা ঐরূপ কোন ভীতি-জনক জীবজন্তুর আকার সদৃশ হয় (Mimicry)। (১২) যে সকল গাছের ছাল খুব পুরু এবং কঠিন, কোন জীবজন্তু তাহাদের গায়ে গা ঘষিয়া বিশেষ দিক্ছু ক্ষতি করিতে পারে না।

Q. 21. Give an account of the influence of light upon plants.

Ans. উদ্ভিদ জীবনের উপর আলোকের প্রভাব—(১) আলোক ব্যতীত অংগারাস্বকরণ (Carbon assimilation) চলিতে পারে না। (২) আলোক না পাইলে গাছে সবুজকণা জন্মিতে পারে না। (৩) আলোকের অভাবে নাইট্রোজেন-পরিপাক কার্যও হইতে পারে না। (৪) আলোকের দীপ্তির তারতম্যে প্রবেশনেরও হালবুদ্ধি ঘটে। (৫) আলোকের অভাবে প্রোটোপ্লাজমের (Protoplasm) সম্যক পরিপুষ্টি হয় না এবং দীর্ঘকাল আলোক না পাইলে উহার সকল ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়। (৬) আলোকের সংস্পর্শে গাছের বৃদ্ধি (Growth) ব্যাহত হইলেও গাছ বেশ সতেজ হয়। আলোক না পাইলে গাছ অস্বাভাবিকরূপে বাড়িয়া উঠে এবং ঈষৎ হরিদ্রাস্ত (Etiolated) হয়। (৭) গাছের কাণ্ড আলোকের অভিমুখে ঋণাত্মক (Positively heliotropic) এবং মূল অ্যালোক হইতে দূরে সরিয়া যায় (Negatively heliotropic)।

Q. 22. Describe the chief food-elements of plants and show how they are obtained and utilised.

Ans. (i) জীবমাত্রই আহার করিয়া দেহের পরিশোধন বা পুষ্টিসাধন (Nutrition) করে। উদ্ভিদজগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। তাহারাও নানা উপায়ে আহাৰ্য সংগ্রহ করে এবং উহাদের সাহায্যে দেহের ক্ষয়পূরণ এবং পুষ্টিসাধন করিয়া থাকে। কার্বন, অক্সিজেন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, কস্করাস, আয়রন, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, পটাশিয়াম—এইগুলিই গাছের প্রধান খাদ্যোপাদান। গাছের সম্যক পরিপুষ্টির জন্য ইহাদের আবশ্যকতা অপরিহার্য। (ii) প্রধানতঃ মাটি, জল ও বাতাস হইতেই গাছ এই উপাদানগুলি সংগ্রহ করিয়া থাকে। বৃক্ষাদনী (Parasites) গাছ সকল অন্য গাছের দেহ হইতে এবং কীটভোজী (Insectivorous) গাছ সকল কীটপতংগের দেহ হইতে খাদ্যোপাদান সংগ্রহ করে। উপাদানগুলি উদ্ভিদদেহে কি কি কার্যে ব্যবহৃত হয়, নিম্নে তাহার বিবরণ দেওয়া হইল—

অক্সিজেন,—(i) বাতাস হইতে গৃহীত অক্সিজেন শ্বাসকার্যে ব্যবহৃত হইয়, গাছের জীবন রক্ষা কবে। (ii) মৃত্তিকাস্থিত নাইট্রেট (Nitrate) হইতে এবং জল হইতে গৃহীত অক্সিজেন দ্বারা শর্করা, ষ্টার্চ, এবং প্রোটিন প্রভৃতি প্রস্তুত কার্য সাধিত হয়।

কার্বন,—অংগারাস্বকরণ-কালে বাতাসের কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে গৃহীত হয়। ইহা শর্করাজাতীয় খাদ্য প্রস্তুতের জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন,—মৃত্তিকাস্থিত লবণ ও জল হইতে গৃহীত হয় এবং শর্করাজাতীয় খাদ্যোপাদানে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন,—মৃত্তিকাস্থ লবণ হইতে গৃহীত হয় এবং প্রোটিন (Protein) নির্মাণে ব্যবহৃত হয়।

অসিরন,—মৃত্তিকাহ লবণ হইতে গৃহীত হয়, এবং সবুজকণিকা উৎপাদনে সাহায্য করে।

সাল্ফার ও ফসফরাস,—মৃত্তিকাহিত সাল্ফেট (Sulphate) ও ফস্ফেট (Phosphate) হইতে গৃহীত হয়, এবং প্রোটিন, প্রোটোপ্লাজম প্রভৃতি প্রস্তুত করে।

ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও পটাসিয়াম,—মৃত্তিকা হইতে গৃহীত হয়, এবং বিবাক্ত এ্যানিড সমূহ নষ্ট করে।

Q. 23. Give an account of the various ways in which climbing plants attach themselves to their supports.

Ans. কোমল কাণ্ডবিশিষ্ট উদ্ভিদসমূহ নিম্নলিখিতরূপে আশ্রয়ের সাহায্যে উপরে উঠে—(১) তরুলতা, তোলকলম্বী প্রভৃতির কাণ্ড আশ্রয়ের গায়ে জড়াইয়া উপরে উঠে। (২) পান, গোলমরিচ প্রভৃতির কাণ্ড হইতে একপ্রকার আধানিক মূল বাহির হয়; এই মূলগুলি আশ্রয়ের দেহের মধ্যে প্রবেশ হইয়া গাছকে উহার গায়ে দৃঢ়সংলগ্ন করে। এই প্রকারে উহারা আশ্রয়ের সাহায্যে উপরে উঠে। (৩) উলটচড়ালের পাতার অগ্রভাগ আকর্ষে পরিণত হয় এবং মটর ও খেসারি প্রভৃতির কোন কোন পাতা সম্পূর্ণভাবেই আকর্ষে রূপান্তরিত হয়। এই আকর্ষের সাহায্যে উহারা আশ্রয়ের উপর ভর দিয়া উপরে ওঠে। (৪) ক্লেমটিস (Clematis) প্রভৃতিতে পাতার বৌটা আশ্রয়কে জড়াইয়া ধরে এবং এইরূপে গাছ উপরে উঠে। (৫) লাউ, কুম্ভকালতা, কুমড়া প্রভৃতির পাতা বা কাণ্ড আকর্ষে পরিণত হয় এবং উহাদেরই সাহায্যে আশ্রয় ধরিয়া গাছ উপরে উঠে। (৬) বাগান-বিলাস প্রভৃতিতে কাণ্ডের গায়ে নীচের দিকে বাঁকা অসংখ্য কাঁটা জন্মে; উহারা গাছকে আশ্রয় হইতে পড়িয়া বাইতে দেয় না। (৭) কাঁটালী চাঁপা প্রভৃতি, হকের (Hook) সাহায্যে আশ্রয় ধরিয়া উপরে উঠে।

Q. 24. Describe the life history of the rice-plant.

Ans. আমাদের দেশে আউস, আমন ও বোরো—এই তিন রকমের ধান দেখিতে পাওয়া যায়। ধান ধান-জাতীয় গাছ। ধানকে সাধারণত বীজ বলিয়া মনে হইলেও প্রকৃতপক্ষে উহা বীজ নহে। উহা ধানগাছের ফল। ইহার নীচের দিকে দুইটি ছোট ছোট শাখা আঁশ এবং উহার পরেই অসমান আকারের দুইটি তুবধারা গঠিত ধানকলের বহিরাবরণ বা খোশা। খোশা ছাড়াইয়া ফেলিলে ভাল রঙের যে পাতলা স্তর দেখিতে পাওয়া যায় তাহা কলের ভিতরের আবরণ এবং বীজের বহিরাবরণের মিলনে গঠিত। বহিঃসার (Albuminous) বলিয়া চাউলের (ধানের বীজ) সমস্ত অংশেই সার থাকে। বীজের নীচে এক কোণে একটি ছোট ক্রম। একটমাত্র বীজপত্র ক্রমকে ঘেরিয়া থাকে। এই বীজপত্রকে স্কুটেলাম (Scutellum) বলা হয়।

বীজের অংকুরণ,—উপযুক্ত জল, বাতাস এবং তাপ পাইলে তিন চারদিনেই ধানের বীজ অংকুরিত হয়। ভাবীমূল (Radical) বর্ধিত হইয়া মাটিতে প্রবেশ করে এবং শুষ্কমূলের (Fibrous root) আকার ধারণ করে এবং ভাবীকাণ্ড (Plumule) বড় হইয়া উপরদিকে উঠিয়া যায়। অংকুরের সহিত সংলগ্ন হইয়া বীজ কয়েক সপ্তাহ মাটির নীচে থাকে। ইহা মূক্তিকান্দ বা Hypogeal অংকুরোদগমের উদাহরণ।

কাণ্ড,—ধানগাছের কাণ্ডগুলি গোলাকার, সরল, সরু, দীর্ঘ এবং গাঁইট ও কাঁপা পান যুক্ত। পত্র,—ধানগাছের পাতাগুলি সরু, দীর্ঘ, সূচাশ্র ও সমান্তরাল-নিম্ন বিশিষ্ট। কাণ্ডের এক একট গাঁইটে একটমাত্র মৌলিক পাতা বাহির হয়। পাতাগুলি পর্যায়ক্রমে সামান্য-থাকে। পাতাগুলির গোড়া বেঁটেনীর আকারে গাঁইটের উপরিস্থিত পানকে ঘিরিয়া থাকে। বেঁটেনী ও ফলকের সংযোগস্থলের ভিতর গিঁটে হৃদয়াকৃতির ভ্রূষ লিগিউল (Ligule) নামক উপপত্র থাকে।

পুষ্প—ধানগাছের মাথায় শীঘ্র বাহির হইয়া শাখা প্রশাখায় বিভক্ত হয়। প্রত্যেক শাখায় কয়েকটি বৃন্তহীন ফল জন্মে। প্রত্যেক ফলে চারিটি পৌশ্পিক পত্র (Bract)। পৌশ্পিক পত্রগুলির মধ্যে নীচের দুইটি অতি ক্ষুদ্র এবং উপরের দুইটি অপেক্ষাকৃত বড়। নীচের দুইটি এবং উপরের যেটির কোলে ফল থাকে—এই তিনটিকে গ্লুম (Glume) বলা হয় এবং চতুর্থটিকে পেলিয়া (Palea) বলা হইয়া থাকে। ধানফুলের বৃত্তি ও দল, দুইটি অতি-স্থল লডিকিউলে (Lodicule) রূপান্তরিত হয়। লডিকিউলের উপরেই দুইটি আবর্তে (Whorl) তিনটি তিনটি করিয়া ছয়টি পুংকেশর। ইহার উপরেই একটি গর্ভকেশর। গর্ভদণ্ড খুব বোঁটো, উহাতে পালকের মত দুইটি গর্ভদণ্ড থাকে।

বাতাসের সাহায্যেই সাধারণতঃ ধানফুলের পরাগ-সংযোগ হয়। পরাগসংযোগ হইলে পুংবীজদ্বারা জীবননরীক নিবন্ধিত হয় এবং গর্ভকোষ ফলে পরিণত হয়। এই ফলকেই ধান বলা হয়। ফুলের কোমল অংশগুলি নষ্ট হইয়া যায়। তৃতীয় ও চতুর্থ পৌশ্পিক পত্র তুঁবে পরিণত হয় এবং প্রথম ও দ্বিতীয় পৌশ্পিক পত্র শাদা আঁশের আকারে ধানের সহিত যুক্ত থাকে।

ধান পাকিবার পর গাছ মরিয়া যায়।

Q. 25. Describe the life-history of Pea.

Ans. **মটরবীজ**—বাহ্যিক মটরগুটি বলা হয় তাহাই মটরের ফল। গুটির মধ্যেই মটরের বীজ থাকে। মটর বীজের বহিরাবরণের গায়ে প্রবীজ-নাভির চিহ্ন (Hilum) এবং একটি অতি স্থল ছিদ্র থাকে; এই ছিদ্রই ডিম্বকরূপ বা Micropyle। বহিরাবরণ বা Testa ছাড়াইরা ফেলিলেই ভ্রূণ (Embryo) বাহির হয়। ভ্রূণ পরীক্ষা করিলে দুইটি অর্ধ-গোলাকার পীতাম্ব পাতা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদ্বয়কে বীজপত্র বা Cotyledon বলা হয়। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বৃত্তের সাহায্যে উহার ভ্রূণদণ্ডের সহিত যুক্ত থাকে। ভ্রূণদণ্ডের উপরের ভ্রূণ-বক্র অংশকে—ভ্রূণকাণ্ড (Plumule) বলা হয় এবং উহার নীচের সর, সরল ও শাদা অংশকে ভ্রূণমূল (Radical) বলা হয়। ভ্রূণ

দুইটি বীজপত্র থাকে বলিয়া মটর গাছ দ্বিবীজ পত্রী (Dicot) উদ্ভিদদের অন্তর্গত।

বীজের অংকুরণ,—পরিমিত জল, বাতাস ও উত্তাপ পাইলে মটরের বীজ দুই দিন দিনেই অংকুরিত হয়। অগমূল ভিষকরক্ত দিয়া বাহিরে আসে এবং প্রথম মূলের (Tap root) আকার ধারণ করে। অগ্নের কাণ্ড খোলা ভেদ করিয়া উপরের দিকে বাড়িয়া যায়। বীজ অনেক দিন পর্যন্ত মাটির নীচে অংকুরের সহিত বৃদ্ধ ভাবে থাকে। ইহা মূড়িকান্ত (Hypogeal) অংকুরোদগমের উদাহরণ।

কাণ্ড—মটর গাছে কাণ্ড নরম, গোল এবং ফাঁপা। **পত্র**—পত্র সকল যৌগিক এবং বহুফলকী, পক্ষাকার ও জালশিরাবিশিষ্ট। পাতার গোড়ায় দুইটি বড় বড় উপপত্র আছে। প্রত্যেক পাতার কয়েক ভোঁড়া অমূলক থাকে এবং উভ্যদের আগার অমূলকগুলি আকর্ষে (Tendril) রূপান্তরিত হয়। **পুষ্প**—ইহার বৃত্তি (Calyx) সবুজ রঙের বাটির মত। দল (Corolla) বেগুনী বা নীলবেগুনী রঙের। ইহাতে পাঁচটি পাপড়ি থাকে। সবচেয়ে বড় পাপড়িটিকে পতাকা বা ধ্বজা (Standard) বলা হয়। পতাকার দুই পাশে দুইটি ডানার মত পাপড়ি—পক্ষ (Wings), এবং ডানাদুইটির মাঝে, সাবনের দিকে, দুইটি সামান্ত-ভোঁড়া পাপড়ি—মৌকা (Keel)। দশটি পুংকেশরের মধ্যে একটি পৃথকভাবে থাকে এবং অপর নয়টি পরস্পর সংযুক্ত হইয়া একটি নলের আকার ধারণ করে। এই নলের মধ্যে একটিমাত্র গর্ভকেশর থাকে। ইহার গর্ভমুণ্ড আঠাল, গর্ভদণ্ড ক্ষুদ্র এবং গর্ভকোষটি দীর্ঘাকার হইয়া থাকে।

পবাগ-সংযোগের ফলে পুংবীজদ্বারা জীজননকোষ নিষিক্ত হইলে, গর্ভকোষ ফলে এবং ভিষকোষ বীজে পরিণত হয়। বীজ পাকিলে শুটির আবরণ ফাটিয়া যায় এবং বীজ খসিয়া পড়ে।

Q. 26. Describe the special characteristics of the living and illustrate your answer with examples from the plant world.

Ans. সজীব পদার্থের বিশেষত্ব—

(১) চলাকিয়া করিবার ক্ষমতা (Locomotion),—সজীব মাত্রেই চলা কিয়া করিতে পারে। ব্যাক্টেরিয়া ও কতকগুলি শেওলা ব্যতীত অল্প কোন উদ্ভিদ সাধারণ ভাবে চলা কিয়া না করিতে পারিলেও ইহাদের অঙ্গ প্রত্যঙ্গ স্থির নহে। নিম্নের উদাহরণ সাহায্যে ইহা ভাল ভাবেই বুঝিতে পারা যাইবে—

(i) গাছের কাণ্ড, আলোকের দিকে খাঁচিতে হয়।

(ii) গাছের মূল, খাদ্যোপাদান সংগ্রহের জন্য মাটির নীচে বহুদূর পর্যন্ত চলিয়া যায়।

(iii) কোন কোন কোমল কাণ্ড বিশিষ্ট গাছ, আলোকের প্রত্যাশায় অল্প কোন আশ্রয় ধরিয়া উপরে উঠে।

(iv) লজ্জাবতীর পাতা, স্পর্শমাত্রেই বন্ধিয়া মুইয়া পড়ে।

(v) কোন কোন জলজ উদ্ভিদের কোষে প্রোটোপ্লাজমের আবর্তনগতি ও প্রবাহগতি বেশ স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়।

(২) শ্বাসকার্য (Respiration)—সজীব মাত্রেই দিবারাত্র শ্বাসকার্য চলে। এই সময় ইহা বা প্রথমে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া নিশ্বাসে কার্বোনাডাই-অক্সাইড পবিত্যাগ কবে। উদ্ভিদেব মধ্যেও এই শ্বাসকার্য পূর্ণ মাত্রায় চলিতে দেখা যায়। উদ্ভিদের শ্বাসকার্যের জন্য ১২শ-সংখ্যক প্রশ্নের উত্তর দেখ।

(৩) পরিপোষণ (Nutrition)—খাদ্যাদির সাহায্যে সজীব মাত্রেই দেহেব পরিপোষণ করিয়া থাকে। উদ্ভিদ জগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। উদ্ভিদের পরিপোষণের জন্য ৯ম-সংখ্যক প্রশ্নের উত্তর দেখ।

(৪) বৃদ্ধি (Growth)—সজীব মাত্রেই বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। উদ্ভিদেরও বৃদ্ধি আছে। উহারা খাদ্য গ্রহণ করিয়া তাহা পরিপাক করে। ঐ পরিপাক খাদ্য দেহসাং হইলে কোষস্থিত প্রোটোপ্লাজমের সৃষ্টি ঘটে বা নতুন প্রোটোপ্লাজম উৎপন্ন হয়। কোষগুলি ক্রমাগত বিভক্ত হইতে থাকে; বহু কোষ সৃষ্ট হইত এবং ফলে দেহের বৃদ্ধি সাধিত হয়। উদ্ভিদের কাণ্ডের অগ্রভাগে এবং মূলের

অগ্রভাগের নিকটবর্তী অংশেই সর্বাংশে বৈশী বৃদ্ধি দেখিতে পাওয়া যায়। আলোক, উত্তাপ, বায়ুর আর্দ্রতা, জল ও মাটির অবস্থা—এই সকলের উপর উদ্ভিদেহের বৃদ্ধি নির্ভর করে; যথা,—

(i) আলোক,—ইহা উদ্ভিদেহের বৃদ্ধির ব্যাঘাত জন্মায়। কোন উদ্ভিদকে অন্ধকারে রাখিলে উহা বে-পরিমাণে বৃদ্ধি পায় আলোকে রাখিলে তাহা অপেক্ষা অনেক কম বৃদ্ধি পায়। (ii) উত্তাপ,—অতিরিক্ত উত্তাপে বা অতিরিক্ত শৈত্যে গাছের বৃদ্ধি বন্ধ হইয়া যায়; সুতরাং গাছের বৃদ্ধির জন্য পরিমিত উত্তাপের প্রয়োজন। (iii) শুষ্ক বায়ুমণ্ডল অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুমণ্ডলের মধ্যে গাছ অধিকতর দ্রুপে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়। বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেনের পরিমাণ কম থাকিলেও গাছ সীতিমত বৃদ্ধি পায় না। (iv) বৃত্তিকালে পরিমিত জল এবং যথেষ্ট সহজ-গ্রাহ্য খাদ্যোপাদান থাকিলে গাছ সমধিক বৃদ্ধি পাইয়া থাকে।

(৫) উত্তেজনার সাড়া দেওয়া (Irritability or response to stimulus)—সজীব মাঝেই উত্তেজনার সাড়া দেয়। আলোক, উত্তাপ, মাধ্যাকর্ষণ, আর্দ্রতা, স্পর্শ ও রাসায়নিক পদার্থ প্রভৃতির উত্তেজনার সাড়া দিয়া থাকে; যথা,—

আলোক—(i) গাছের কাণ্ড আলোকের অভিমুখে ধাবিত হয় (Positively heliotropic); (ii) গাছের মূল আলোক হইতে দূরে সরিয়া যায় (Negatively heliotropic); (iii) আলোকের দীপ্তির হ্রাস বৃদ্ধির জন্য কোন কোন ফুল দিনে এবং কোন কোন ফুল রাত্রিতে ফুটে (iv) গ্রীষ্মকালে মধ্যাহ্ন-সূর্যের প্রদীপ্ত আলোক হইতে আয়তন ক্রমবর্ধমান গাছের পাতা নীচের দিকে বক্রীকৃত পড়ে

উত্তাপ—উত্তাপের আকস্মিক পরিবর্তনে গাছ সাড়া দেয়। উত্তাপের বৃদ্ধির সহিত কোন কোন গাছের পাতা খুলিয়া যায় আবার কোন কোন গাছের পাতা বন্ধ হইয়া যায়। এই প্রকারে উহারা প্রাণের কার্য নিয়ন্ত্রিত করে।

মাধ্যাকর্ষণ—গাছ, মাধ্যাকর্ষণে সাড়া দেয়। উদ্ভিদকে বেরূপ ভাবেই রাখা

বাউক নী কেন উহার মূল, মাটির ভিতর দিকে (Positively geotropic) এবং কাণ্ড উহার বিপরীত মুখে (Negatively geotropic) চলে।

আর্দ্রতা—উদ্ভিদ, জলের উত্তেজনায় সাড়া দেয়—মাটির মধ্যস্থিত মূল, বেদিকে জল থাকে সেই দিকেই খাণ্ডিত হয় (Positively hydrotropic)।

স্পর্শ—মূলের অগ্রভাগ, আকর্ষ, পত্রবৃন্ত, কাণ্ড প্রভৃতি স্পর্শের উত্তেজনায় বিশেষ ভাবে সাড়া দেয়। মাটির মধ্যে চলিতে চলিতে কোন বাধা পাইলেই মূল বাকিয়া অন্য দিক দিয়া যায়। আরোহক গাছের আকর্ষ, বা পত্রবৃন্ত বা কাণ্ড, আশ্রয়ের সংস্পর্শে আসিলেই উহাকে জড়াইয়া ধরে। লজ্জাবতীর লতা স্পর্শ মাত্রই সংকুচিত হয়। ডুসেরা প্রভৃতির কীটধরা বস্ত্র সমূহ কীটের স্পর্শ পাইলেই সাড়া দেয়।

রাসায়নিক পদার্থ—কার্ণ গাছে ম্যালিক-এ্যাসিডে (Malic acid) পুংবীজ আকৃষ্ট হয়। মস্-গাছে (Moss) শর্করা (Cane sugar) দ্বারা পুংবীজ আকর্ষণ করা হইয়া থাকে।

(৬) বংশবিস্তার (Propagation)—সজীব পদার্থ মাত্রই বংশবিস্তার করিয়া নিজের জাতিকে ধ্বংসের হাত হইতে রক্ষা করে। উদ্ভিদও নিজ নিজ বংশবিস্তার করিয়া থাকে। চার রকমে ইহাদিগকে বংশবিস্তার করিতে দেখা যায়। যেমন—

দেহাংশজ প্রজনন (Vegetative reproduction)—উদ্ভিদদেহের বিচ্যুত অংশবিশেষ হইতে সময় সময় নূতন গাছ জন্মে; ইহাই উদ্ভিদের দেহাংশজ প্রজনন। উদাহরণ যথা,—

(i) মিঠে আলু প্রভৃতির শিকড় হইতে নূতন গাছ জন্মে।

(ii) অনন্তমূল প্রভৃতির ধাবক কাণ্ড (Stolon or runner) হইতে নূতন গাছ জন্মিয়া থাকে।

(iii) আলু, শিরাজ, ওল, আদা প্রভৃতির ভূ-নিরস্থ কাণ্ড হইতে নূতন গাছ উৎপন্ন হয়।

(iv) শিমুলআলু, মিঠেআলু প্রভৃতির বায়বীয়-মুকুল (Bulbils) বিচ্ছীত হইয়া নূতন গাছ উৎপাদন করে।

(v) শাখা প্রশাখায় কলম বাঁধিয়া কৃত্রিম উপায়ে দেহাংশজ-প্রজনন সাধিত হয়।

(vi) পাথরকুচি, হিমসাগর প্রভৃতির পাতার কিনারা হইতে নূতন গাছ জন্মে।

(vii) গাঁদা, গোলাপ প্রভৃতির ডাল কাটিয়া মাটিতে লাগাইয়া দিলে নূতন গাছ উৎপন্ন হয়।

অযৌন প্রজনন (Asexual reproduction),—কতকগুলি ক্ষুদ্র উদ্ভিদের শরীর বিভক্ত হইয়া নূতন উদ্ভিদের জন্ম হয়। ইহাই অযৌন প্রজনন; দেহাংশজ প্রজননকেও অযৌন প্রজনন বলা বাইতে পারে।

যৌন প্রজনন (Sexual reproduction),—উদ্ভিদের পুংকোষ এবং স্ত্রীকোষের মিলনের ফলে নূতন উদ্ভিদের জন্ম হয়। ইহাই যৌন প্রজনন।

উদ্ভট প্রজন (Parthenogenesis),—বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদে পুংকোষ ও স্ত্রীকোষের মিলন না হইয়াও নূতন গাছ জন্মে। উহাকে উদ্ভট-প্রজনন বলা হয়।

(৭) পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজন (Adaptation to environments)—সজীব মাত্রেরি পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া জীবনধারণ করিবার ক্ষমতা দেখিতে পাওয়া যায়। উদ্ভিদেও, জলবায়ু এবং পারিপার্শ্বিক অস্ত্রান্ত্র অবস্থার সহিত সঙ্গত রাখিয়া চলিবার চেষ্টা করে। বাহ্যিক এই সঙ্গত রাখিয়া চলিতে পারে না, তাহার জীবন যুদ্ধে পরাজিত হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। উদ্ভিদ জগতে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজনের কয়েকটি উদাহরণ নিয়ে দেওয়া হইল—

(i) পরাগ-সংযোগ সহজসাধ্য করিবার জন্য গাছ নানাপ্রকার কৌশল অবলম্বন করিয়া থাকে। তাহারি যে-কোন পতংগকেই পরাগবহনের ভার দেয় না। বাহ্যিক পরাগ বাহন নিরাপদ বলিয়া মনে করে, তাহদেরই অনুসারী

কলের আকৃতি হয় এবং সেই কঁট বা পতংগ ভিন্ন ভাষায়া অল্প কাহাকেও মধু বা পরাগের সন্ধান দেয় না।

(ii) পারিপার্শ্বিক অবস্থার প্রতিকূলতার মধ্যে আত্মরক্ষার জন্যও গাছ নানা কৌশল অবলম্বন করে। কাহারও গায়ে কঁটা, কাহারও গায়ে দুর্গন্ধ, কাহারও মধ্যে তিক্ত বা বিষাক্ত দ্রব্য থাকে এবং কেহ বা নিজেকে দূর হইতে লাগের মত (e. g. snake plant) বা মাটির ঢেলার মত দেখায় ও পতঙ্গকে প্রভাবিত করিয়া আত্মরক্ষা করে।

(iii) জলজ উদ্ভিদের মধ্যে পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সংগতি রাখিয়া চলিবার প্রচেষ্টা বিশেষ ভাবে দেখিতে পাওয়া যায়—ইহারা সর্বাঙ্গ দ্বিগুণ জল শোষণ করিতে পারে, তাই অত্যধিক জলশোষণ নিবারণের জন্য ইহাদের মূল, কম পরিমাণে উৎপন্ন হয়; কাহারো কাহারো মূল একেবারেই থাকে না; আবার সাহাদের মূল থাকে তাহাদের কাহারো কাহারো মূলরোম থাকে না। প্রচুর বাতাস আবদ্ধ রাখিয়া ভাসিবার সুবিধা করিবার জন্য ইহাদের কাণ্ড নরম ও ফাঁপা। ইহাদের যে পাতাগুলি জলে ডুবিয়া থাকে তাহাদের কিনারা সরু সরু অংশে কাটা থাকে; ইহাতে জলের স্রোতে উহারা সহজে ছিঁড়িয়া যায় না। জলে ভাসমান পাতাগুলির উপরের দিকে অনেক রন্ধ (Stoma) থাকে; ইহাতে অনাবশ্যক জল সহজে বাহির হইয়া যায়।

(iv) স্থলজ উদ্ভিদের মধ্যেও এই অভিযোজন কার্য দেখিতে পাওয়া যায়। মাটির মধ্যে জল ও খাত্তের সন্ধানে ইহাদের মূলকে বহু বাঁধা বিস্তারিত করিয়া রাখা হয়। তাই ইহাদের মূল বেশী পরিমাণেই উৎপন্ন হয় এবং উহা বহুল ভাবে শাখা প্রশাখায় বিভক্ত হয়। ইহাদের মূলের আগায় মূলজাগ এবং উহার ঠিক উপরেই মূলরোম থাকে। সাধারণ অবস্থায় ইহাদের জীবনধারণের জন্য কোন গঠনবৈশিষ্ট্যের প্রয়োজন হয় না, তবে যে-সকল স্থানের জলবায়ু চরমভাবাপন্ন সেই সকল স্থানে জীবনধারণের জন্য ইহাদিগকে অনেক রকম কৌশল অবলম্বন করিতে হয়।

(v) মরুজ উদ্ভিদ অভিযোজন দ্বারাই আশ্চর্য্য করে। জল অনেক নীচে থাকে বলিয়া এই সকল উদ্ভিদের মূল খুব লম্বা হয়। ভবিষ্যতে প্রয়োজন হইতে পারে এইজন্য ইহারা দেখে জল সঞ্চয় করিয়া রাখে। প্রবেশন ক্রিয়ায় জল বাহ্যতে সহজে বাহির হইয়া না যায়, সেই জন্য পাতা কম, আকারে ছোট বা কাঁটার পরিবর্তিত হয়। পাতায় রক্তের (Stoma) সংখ্যা খুব কম এবং উহার আবার গর্তের মধ্যে লুকান থাকে। সূর্যতাপ বাহ্যতে সহজে পাতায় প্রবেশ করিতে না পারে তজ্জন্য বায়ুপূর্ণ রোম-জালে গাছের দেহ ঢাকা থাকে। মরু-ভূমিতে বৃষ্টি খুব কমই হয় এবং বখন হয় তখন মরুজ উদ্ভিদ ২১ দিনের মধ্যে মূল কুটাইয়া সপ্তাহের মধ্যেই কল ও বীজ উৎপাদন করে।

(vi) সমুদ্রতীর-বর্তী স্থানের উদ্ভিদ মরু-উদ্ভিদের মতই হইয়া থাকে। জল লবণাক্ত হইয়া অতিরিক্ত ঘন হওয়ায় মূল ওস্মসিস (Osmosis) প্রক্রিয়ায় সহজে জল শোষণ করিতে পারে না। সুন্দর বনের ম্যাংগ্রোভ (Mangrove) গাছে এক অপূর্ব অভিযোজন ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায়। নীচে নোণা জলে পড়িয়া পাছে নষ্ট হইয়া যায় এইজন্য গাছে থাকিতে থাকিতেই ফলের বীজ অংকুরিত হয়। এই অংকুরের মূল লম্বা ও হৃদের মত। এই শিশু উদ্ভিদ গাছ হইতে খসিয়া পড়ে এবং ঐ সূচ্যাকৃতি মূল মাটিতে পুঁতিয়া যায়। এইরূপে নোণা জলের মধ্যে থাকিয়াও উহার বংশবিস্তার করে।

(vii) শীত প্রধান দেশের উদ্ভিদ গ্রীষ্মপ্রধান দেশের উদ্ভিদের সমান হয় না ; কারণ শীত ও গ্রীষ্ম সঞ্চয়ী প্রতিকূলতা নিবারণের জন্য পরস্পর বিপরীত ধরনের অভিযোজন আবশ্যক হয়।

প্রাণি-বিজ্ঞা

Q. 1 Describe the life-history of the earth-worm and state its usefulness to man.

Ans. কঁচোর দেহের সাধারণ বর্ণনা—সাধারণ কঁচোর (Pheretima) দেহ প্রায় ৭৮ ইঞ্চি লম্বা ও গোলাকার। ইহার দেহের আবরণ পুরু ও স্বচ্ছ। ১০০ হইতে ১২০টি পর্বত অংশুরীর মত খণ্ডে (Segments) ইহার দেহ বিভক্ত। দেহে তিনটি-খণ্ড-দ্বারা-গঠিত ক্লাইটেলাম (Clitellum) নামক একটি বিশিষ্ট অংশ আছে।

ক্লাইটেলামের সামনে ১৩টি অংশুরী থাকে। ১ম অংশুরীর পিঠের দিকে যে মাংসপিণ্ডটি থাকে, তাহাই উহাদের ওষ্ঠ (Prostomium)। ১ম অংশুরী ও ওষ্ঠের মধ্যে, পেটের দিকে যে ছিদ্র থাকে,—উহাই কঁচোর মুখ। ৫ম ও ৬ষ্ঠ, ৬ষ্ঠ ও ৭ম, ৭ম ও ৮ম এবং ৮ম ও ৯ম অংশুরীর মধ্যে ২টি করিয়া ৮টি ছিদ্র থাকে। ইহাদিগকে শুক্র-সংক্রান্ত ছিদ্র (Spermathecal aperture) বলা হয়।

১৫শ অংশুরীর মাঝখানে স্ত্রীজনন ছিদ্র (the aperture of the female generative duct)। ১৭শ ও ১৯শ অংশুরীদ্বয়ে, দুই পার্শ্বে ২টি করিয়া, মোট ৪টি জননগুচ্ছ (Genital papilla)। ১৮শ অংশুরীর দুই পার্শ্বে ২টি পুং-জনন-ছিদ্র (the aperture of the male generative duct.)।

১২শ ও ১৩শ অংশুরীর সংযোগ স্থল হইতে শেষের দুই অংশুরীর সংযোগ স্থল পর্বত পিঠের মধ্যস্থলে এক সারি ছিদ্র আছে (Dorsal pore)।

এই ছিদ্র হইতে নির্গত রসে, উহাদের দেহ আত্ম হয় এবং উহাৱার কৈচোর পক্ষে কৃতিকর এমন অনেক জীবাণু নষ্ট হইয়া যায়।

শেবের অংগুরীটিতে যে ছিদ্র থাকে, তাহাই উহাদের পায়ু (Anus)। কৈচো ইচ্ছামত এই ছিদ্র গুলিকে খুলিতে ও বন্ধ করিতে পারে। চলাফিরার সুবিধার জন্য, অতি ক্ষুদ্র এবং স্থল গুঁয়ার মত পা বা কিটা (Chaeta) আছে।

কৈচোর পৌষ্টিক নালী (Alimentary canal)—ইহা মুখ হইতে পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত এবং পাচটি অংশে বিভক্ত—(১) মুখবিবর (Buccal Cavity), (২) ক্যারিংস (Pharynx), (৩) অন্ননালী (Oesophagus)—ইহার মধ্যস্থলে গিজার্ড (Gizzard) নামক ভিষাকার স্থানে খাত্তপেষণ হয়; (৪) অন্ত্র (Intestine) এবং (৫) পায়ু (Anus)।

কৈচোর রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory system)—ইহাদের শিঠের ভিতরে ১টি, বৃকের ভিতরে ১টি, এবং দুই পার্শ্বে ২টি—এই মোট ৪টি রক্ত-বহা-নালী আছে। দেহের সামনের দিকে আর যে পাঁচ জোড়া রক্ত-বহা-নালী আড়া আড়ি ভাবে থাকে, তাহা উহাদের হৃদয় (Heart)। এই নালী সমূহের সংকোচনকালে রক্ত দেহের মধ্যে চলিয়া যায় এবং প্রসারণ কালে উহা আবার হৃদয়ের মধ্যে ফিরিয়া আসে। ইহাদের রক্তে শ্বেত কণিকা (White corpuscles) থাকে, লোহিত কণিকা (Red corpuscles) থাকে না।

কৈচোর শ্বাসকার্য (Respiration)—ইহারা স্বকের সাহায্যে নিশ্বাস ত্যাগ ও প্রশ্বাস গ্রহণ করে; হৃতরাং স্বকেই দূষিত রক্তের বিশোধন হয়।

কৈচোর স্পর্শেন্দ্রিয়—ইহাদের স্পর্শেন্দ্রিয় খুব প্রখর। শরীরের কোন স্থান স্পর্শ করিলেই উহাদের শরীর সংকুচিত হয়। ইহাদের শ্রবণেন্দ্রিয় বা দর্শনেন্দ্রিয় নাই; তবে সামনের বা পিছনের কোন অংশে তাঁহা আলোক পড়িলে উহা সংকুচিত হয়।

কঁচোর প্রজনন—ডিম-কোষ বাহির হইবার কালে ক্রাইটেলাই হইতে নির্গত এক প্রকার রসে কোকুন (Cocoon) নামক একটি থলি প্রস্তুত হয়। ইহারই মধ্যে পুংজনন কোষ দ্বারা স্ত্রীজনন কোষ নিষিক্ত হয় এবং কয়েক সপ্তাহ পরেই ঐ থলি হইতে কঁচোর বাচ্চা বাহির হইয়া আসে।

কঁচোর বাসস্থান ও প্রকৃতি—ইহারা মাটির মধ্যে ১৮-২০ ইঞ্চি এবং কখনো কখনো ৬৭ ফুট গর্ত করিয়া তাহারই মধ্যে বাস করে। গর্ত হইতে বাহির হইবার সময় ছোট কঁকর বা পাতা দিয়া গর্তের মুখ বন্ধ করিয়া দেয়। ইহারা গাছের কচি পাতা এবং উহার অভাবে মাটির সহিত মিশ্রিত জৈব (Organic) পদার্থ খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। সেহকে পর্যায়ক্রমে লস্কুটিত ও প্রসারিত করিয়া ইহারা যাতায়াত করে।

কঁচোর উপকারিতা—কঁচো গর্ত করিয়া মাটির নীচে যায় এবং নীচের মাটি বিষ্টাক্রমে উপরে তুলিয়া ফেলে। এই বিষ্টাক্রমে পরিত্যক্ত মাটিই সারের কাজ করে। অধিকন্তু মাটিতে গর্ত করার মাটির মধ্যে সহজে বায়ু চলাচল হইতে পারে। কঁচো কৃষকের পরম বন্ধু। কঁচোর টোপ দিয়া ছিপে মাছ ধরা হয়। উহা মাছ, ব্যাঙ, পাখী প্রভৃতির খাদ্য।

Q. 2. Describe the life-history of the ant and state its usefulness to man.

Ans. পিপীলিকার জীবনের চারিটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) শূক, (৩) পিউপা, (৪) ইমাগো। ডিম ফুটিয়া লার্ভা বা শুক বাহির হয়। এই লার্ভার মুখ হইতে নির্গত লালাদ্বারা উহার চারি দিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়; এই আবরণযুক্ত শুকই পিউপা। কিছু দিন পরে এই আবরণ ভেদ করিয়া ইমাগো (Imago) বা পূর্ণাঙ্গ পিপীলিকা বাহির হয়।

পিপীলিকার বেহেতর জাখারণ বর্ণনা—পিপীলিকার বেহে, (১) মাথা,

(২) বুক ও (৩) পেট—এই তিন ভাগে বিভক্ত। মাথা ও বকের মাঝে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(১) মাথা—ইহাদের মাথা গোল এবং তাহাতে দুইটি পুঞ্জাক্ষি (Compound eye) এবং দুইটি শুংগ বা অ্যানটেনা (Antenna)। শুংগ দ্বারা ইহারা পথ চিনিয়া চলে এবং সংবাদ আদান প্রদান করে। ইহাদের মুখের দুই ধারে ধারাল চোয়াল এবং উপরে একটি ঠোঁট ও আরও দুইটি সরু সরু কাঁটা (Bristles) যুক্ত অংশ (Maxilla) থাকে।

(২) বুক—ইহাদের বুক তিন ভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া পা আছে। ইহাদের পা বকের দুই পার্শ্বে থাকে। জ্ঞী ও পুরুষ পিপীলিকার বকের দুই পার্শ্বে এক এক জোড়া করিয়া দুই জোড়া ডানা থাকে। কর্মী পিপীলিকাদের ডানা থাকে না।

(৩) পেট—ইহা কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার খণ্ডের (Segments) মিলনে গঠিত। সাধারণ পিপীলিকাদের পেটেব পিছনে জ্বল (Sting) থাকে।

পিপীলিকার রক্ত সংবহন তন্ত্র (Circulatory system)—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সবল এবং নাতিদীর্ঘ। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে হিমোগ্লোবিন (Haemoglobin) থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্ত শিরা উপশিরাও নাই।

পিপীলিকার শ্বাসকার্য—দেহ মধ্যস্থিত কতকগুলি শূন্য নলের (Tracheae) সাহায্যে ইহাদের শ্বাস কার্য সম্পাদিত হয়।

পিপীলিকার প্রজনন—বসন্ত কালেই ইহারা ডিম পাড়িয়া থাকে। এই সময় জ্ঞী ও পুরুষ উভয় পিপীলিকাই বাসা হইতে বাহিরে আসিয়া উড়িয়া

বেড়ার উড়িবার সময় ইহাদের ডানা খসিয়া যায় এবং পাখী ও অজ্ঞাত প্রাণী উহাদিগকে ধরিয়া খাইয়া ফেলে। যে-সকল ত্রী পিপীলিকা বাচিয়া থাকে কর্মী পিপীলিকা তাহাদিগকে বাসায় লইয়া যায় এবং এই বাসায় ভিতর উহার ডিম পাড়ে। কর্মী পিপীলিকা যাহাদিগকে বাসায় লইয়া যায় না, তাহার মাটিতে গর্ত করিয়া তাহারই মধ্যে ডিম পাড়ে।

পিপীলিকার বাসস্থান ও প্রকৃতি—গাছের পাতার, মাঠে, ঘাটে, বাটির চারিপাশে, সর্বত্রই পিপীলিকা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা গৃহ নির্মাণ করিয়া দলবদ্ধভাবে বাস করে। প্রত্যেক দলে তিন রকমের পিপীলিকা দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাদের মধ্যে—

(১) পুরুষ পিপীলিকাকে রাজা বলা হয়; কিন্তু বড়ই অলস এবং কোন কাজ করেনা বলিয়া কর্মী পিপীলিকাসকল ইহাদিগকে বিশেষ খাতির করে না।

(২) ত্রী-পিপীলিকাকে রাণী বলা হয়। ইহারা ডিম পাড়া ছাড়া অল্প কোন কাজই করেনা, অথচ পরিবারের মধ্যে ইহাদেরই খাতির সর্বাপেক্ষা বেশী। কর্মীরা খাবার সংগ্রহ করিয়া ইহাদিগকে খাওয়ার এবং ইহাদিগকে বাহিরে আসিতে দেয় না। এক একটি পরিবারে একটি মাত্র রাণী থাকে।

(৩) কর্মী পিপীলিকাদের শ্রম করিবার শক্তি অপরিমিত। খাদ্য সংগ্রহ করা, সন্তানদের লালন পালন করা, বাসা তৈয়ারী করা প্রভৃতি যাবতীয় কার্যই ইহারা করিয়া থাকে। ইহাদের মধ্যে চাকর, দারোগান, সৈনিক, খাজী প্রভৃতি নানারকম কাজের কর্মী আছে। ইহাদের বাসা নির্মাণ প্রাণী বড়ই অভুত। মাটিতে ছিদ্র করিয়া তাহার মধ্যে মাটি কাটিয়া বহু ঘর নির্মাণ করে এবং প্রত্যেক ঘরে যাতায়াত করিবার জন্য পথ রাখে। ইহারা একই বাসায় বহু দিন বাস করে এবং প্রয়োজন না হইলে বাসা পরিবর্তন করে না। ইহারা এক প্রকার পোকা গোবে। এক প্রকার পাতা খাইলে ঐ

শোকার দেহ হইতে রস বাহির হয় এবং পিপীলিকাসকল ঐ রস লানসে পান করে। এই শোকাকে পিপীলিকা খেজু বলা হয়। ছাতা নামক উদ্ভিদের বীজ বুনিয়া উহার ছাতার কসল করে এবং পরমানন্দে ঐ ছাতা ভক্ষণ করে। মধ্যে মধ্যে পিপীলিকাদের ভিতর এক দলের সহিত আর একদলের তুমুল যুদ্ধ বাধে এবং সম্পূর্ণ হার না হওয়া পর্যন্ত যুদ্ধ বন্ধ হয় না। এই সকল যুদ্ধে পিপীলিকার ব্যূহরচনার কৌশল প্রভৃতিতে বিশেষ বুদ্ধিমত্তার পরিচয় পাওয়া যায়। ইহারা প্রায় সকল জিনিসই খাইয়া থাকে, তবে স্মিট খাদ্যদ্রব্য ইহাদের নিকট সর্বাপেক্ষা প্রিয়। কেবল শাক-সজ্জা খাইয়াই জীবন ধারণ করে এরূপ পিপীলিকাও দেখিতে পাওয়া যায়। পিপীলিকার কর্মপটুতা এবং অধ্যবসায় প্রভৃতি গুণ অমূল্যকরণ করিবার যোগ্য।

পিপীলিকার উপকারিতা—পিপীলিকা আমাদের ঘিষ্টদ্রব্য সকল নষ্ট করিয়া দিলেও উহার উই, ছারপোকা প্রভৃতি পোকামাকড়কে ধ্বংস করে বলিয়া আমাদের প্রভূত উপকার করে। মাছ ধরিবার টোপ হিসাবে এবং শূক পাখীদের খাদ্য হিসাবেও পিপীলিকার প্রয়োজন হইয়া থাকে।

Q. 3. Describe the life-history of the bee and state its usefulness to man.

Ans. মৌমাছির জীবনের চারিটি অবস্থা (১) ডিম (২) শূক বা লার্ভা, (৩) পিউপা, এবং (৪) ইমাগো। মৌমাছির ডিম ফুটিতে প্রায় তিন দিন লাগে। ডিম ফুটিয়া শূক বা লার্ভা বাহির হয়। আরও প্রায় তিন চারি দিনের পর এই লার্ভার মুখ হইতে নির্গত লালাদ্বারা উহার চারিদিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়। এই আবরণযুক্ত শূক বা লার্ভাই 'পিউপা'। এই অবস্থায় বারদিন থাকার পর পিউপা আবরণ কাটিয়া পূর্ণাঙ্গ মৌমাছি (Imago) রূপে বাহির হইয়া আসে। যে শূকগুলি কর্মী মৌমাছিদের মুখ হইতে নির্গত এক প্রকার রস (Pap or Royal jelly) খাইয়া বড় হয়, তাহার

রাশী মোমাছিতে পরিণত হয়। বাহারা মধু ও পরাগ খাইয়া বড় হয়, তাহার কৰ্মী মোমাছিতে এবং অনিৰিক্ত ডিম পুরুষ মোমাছিতে পরিণত হয়।

মোমাছির দেহের সাধারণ বর্ণনা—মোমাছির দেহ (১) মাথা, (২) বুক ও (৩) পেট, এই তিন ভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মাঝে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(i) **মাথা**—ইহাদের মাথা গোল। মাথার দুই পার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ এবং সামনে তিনটি ছোট ছোট চোখ আছে। সকল পতংগের মতই ইহাদের মাথাতেও দুইটি গুংগ বা অ্যান্টেনা থাকে। ইহাদের লোমযুক্ত শুণ্ডাকার মুখকে লেবিয়া (Labia) বলা হয়। মোমাছি ইহারই সাহায্যে মধু শোষণ করিয়া মধুস্থলীতে (Honey-sac) সঞ্চয় করে।

(ii) **বুক**—ইহাদের বুক তিনভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া, মোট ছয়টি পা আছে। ইহাদের পা বুকের দুই পার্শ্বে থাকে। স্ত্রী, পুরুষ ও কৰ্মী সকল রকম মোমাছিরই বুকের দুই পার্শ্বে এক এক জোড়া করিয়া, মোট দুই জোড়া ডানা আছে। ইহাদের পিছনের পায়ে দুইসারি বড় বড় রোমের ঝাড় ও পায়ের গোড়ার পরাগ-স্থলী (Pollen basket) থাকে।

(iii) **পেট**—ইহা কতকগুলি অধঃবৃত্তাকার খণ্ডের (Segment) মিলনে গঠিত। কৰ্মী মোমাছির পেটের পিছনে বিযাক্ত হল থাকে; তবে উহা এতই ক্ষুদ্র যে সহজে উহা বুঝিতে পারা যায় না। পুরুষ মোমাছির হল একেবারেই থাকে না।

মোমাছির রক্ত সংবহন তন্ত্র—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাতিলীৰ্ণ। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহমধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাখা

এবং উহাতে হিমোদ্রোবিন থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্ত শিরা উপশিরা নাই।

মৌমাছির খাসকার্য—দেহমধ্যস্থিত কতকগুলি ক্ষুদ্র নলের সাহায্যে উহাদের খাসকার্য সম্পাদিত হয়।

মৌমাছির প্রজনন—সময় সময় পুরুষ ও রাণী মৌমাছি বাসা ছাড়িয়া আকাশে উড়িয়া বেড়ায়। এই সময় রাণী মৌমাছির গর্ভ গ্রহণ করে এবং পুরুষ মৌমাছির মরিষা যায়। কর্মী মৌমাছি রাণীকে বাসার ফিরাইয়া আনে এবং দুই একদিনের মধ্যে রাণী মৌমাছি অনেক ডিম প্রসব করে।

মৌমাছির বাসস্থান ও প্রকৃতি—শীতপ্রধান দেশ ব্যতীত পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই মৌমাছি দেখিতে পাওয়া যায়। যে সকল জায়গায় রৌদ্র বা বৃষ্টির অভ্যাচার নাই অথচ প্রচুর পরিমাণে আলোক ও বাতাস পাওয়া যায় সেইরূপ স্থলেই উহার চাক বাধিয়া বাস করে। এক একটি চাকে হাজার হাজার মৌমাছি থাকে। চাকের বাহিরের দিকে সবচেয়ে বড় ঘরটিতে ‘রাণী’, অপর বড় ঘরে পুরুষ মৌমাছি ছোট ছোট ঘরগুলিতে মধু ও ডিম এবং অবশিষ্ট ঘরগুলিতে কর্মী মৌমাছির থাকে। মৌমাছিদের দেহ হঠাতে যে মোম বাহির হয় তাহা উহাদের পেটের নিচে সঞ্চিত থাকে। চাক বাধিবার সময় পেছনের পায়ের সাহায্যে ঐ মোম একটু একটু করিয়া লয় এবং মুখের লালায় নরম করিয়া উহারই সাহায্যে চাক তৈয়ারী করে। কর্মী মৌমাছির সারাদিন ফুলে ফুলে ঘুরিয়া বেড়ায় এবং মধু সংগ্রহ করে। ঐ মধুর কিয়দংশ উহার নিজেই খায়, কিয়দংশ উহাদের সন্তানদের খাওয়ায় এবং কিয়দংশ উহার সঞ্চয় করিয়া রাখে। ‘রাণী’ মৌমাছি যাহাতে পলাইয়া যাইতে না পারে, তজ্জন্য কর্মীরা সকল সময়ে সতর্ক থাকে। শত্রু কতৃক আক্রান্ত হইলে ইহার পিছনের হলফুটাইয়া দিয়া আত্মরক্ষা করে। কর্মীরা মাত্র তিন মাস বাঁচিয়া থাকে। ‘রাণী’ মৌমাছিদের পেটটি অপেক্ষাকৃত অধিক লম্বা বলিয়া, পুরুষ মৌমাছিদের

অপেক্ষা ইহাদের বড় দেখায়। ডিম পাড়া ব্যতীত অন্ত কোন কাজ না করিলেও ইহাদের খাতির সর্বাপেক্ষা বেশী। এক একটি চাকে একটি মাত্র “রাণী” থাকে, ইহাদিগকে এক হইতে তিন বৎসর পর্যন্ত বাঁচিয়া থাকিতে দেখা যায়।

পুরুষ মোমাছির নিত্যন্তই অলস। ইহারা কোন কার্য করে না বলিয়া কর্মী মোমাছির ইহাদিগকে এক রকম ঘৃণাই করে এবং প্রয়োজন হইলে হল কুটাইয়া মারিয়া ফেলে। পুরুষ মোমাছিরের হল নাই হুতরাং উহারা আত্মরক্ষায় একান্তই অসমর্থ।

মোমাছির উপকারিতা—মধু বহু স্থানে খাচ্চ ও ঔষধ রূপে ব্যবহৃত হয়। পদ্মমধুকে চক্ষুরোগের মহৌষধ বলা হয়। মোমাছি এই মধু সংগ্রহ করিয়া মানবের মহোপকার সাধন করে। মোচাক হইতে মোম পাওয়া যায় এবং এই মোম হইতে মোমবাতি ও নানা প্রকার খেলনা প্রস্তুত হয়।

Q. 4. Describe the life-history of the butterfly and its usefulness.

Ans. প্রজাপতির জীবনের চারিটি অবস্থা - (১) ডিম, (২) শূক বা লার্ভা, (৩) পিউপা এবং (৪) ইমাগো। দশ পনের দিনের মধ্যে ডিম হইতে শূক বা লার্ভা বাহির হইয়া আসে। প্রজাপতির এই শূক বা লার্ভাকে সাধারণতঃ শুয়াপোকা বা Caterpillar বলে। শূকের গায়ে অসংখ্য কাঁটা থাকে এবং উহা দ্বারা তাহার আত্মরক্ষা করে। ডিম হইতে বাহির হওয়ার পর শূক গুলি বিশেষ ক্ষুধার্তভাবে ঘুরিয়া বেড়ায় এবং যে-গাছে থাকে তাহার পাতা খাইয়া উহাকে নিষ্পত্র করিয়া ফেলে। এই সময় উহার কয়েকবার গোলগ বদলায় এবং ক্ষীণ ক্ষীণ মোটা হইয়া পড়ে। এইবার উহার মুখ হইতে নির্গত লালা দ্বারা উহাদের চারিদিকে একটি আবরণ সৃষ্ট হয়। এই আবরণযুক্ত লার্ভা বা শূককে পিউপা বলা হয়। শক্ত আবরণটিকে শুটি বা কোকুন (Cocoon) বলা হয়। পিউপা অবস্থায় থাকিতে থাকিতে ইহাদের দাঁত, পা, কাঁটা প্রভৃতি খসিয়া যায়

এবং কয়েকদিনের মধ্যেই ওটি কাটিয়া পূর্ণাঙ্গ প্রজাপতি (Imago) বাহির হইয়া আসে।

প্রজাপতির দেহের সাধারণ বর্ণনা—প্রজাপতির দেহ, (১) মাথা, (২) বুক ও (৩) পেট—এই তিনভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মধ্যে সরু গলা এবং বুক ও পেটের মধ্যে সরু কোমর আছে।

(i) **মাথা**—ইহাদের মাথা গোল। মাথার দুই পার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ এবং দুইটি শুঙ্গ বা অ্যান্টেনা (Antenna) থাকে। ইহাদের এই শুঙ্গ বা অ্যান্টেনার গোড়ার দিক সরু এবং আগার দিক মোটা। মাথার নীচের দিকে প্রজাপতির মুখে সরু একটা নল স্প্রিংএর মত জড়ান থাকে।

(ii) **বুক**—ইহাদের বুক তিন ভাগে বিভক্ত। প্রত্যেক ভাগে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি পা আছে। ইহাদের পা বুকের দুই পাশে থাকে। বুকের দুই পাশে এক এক জোড়া করিয়া মোট দুই জোড়া ডানা আছে। ডানাগুলি দেহের তুলনায় বড় এবং নানা বর্ণে চিত্রিত। ডানাগুলিতে একপ্রকার চূর্ণ মাধান থাকে।

(iii) **পেট**—ইহা কতকগুলি অখণ্ডভাঙ্গার খণ্ডের (Segment) মিলনে গঠিত।

প্রজাপতির রক্তসংবহন তন্ত্র—

মৌমাছি প্রভৃতি অস্ত্রান্ত্র পতংগের জায় ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাস্তি-বীৰ্য। ইহা হইতে রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে হিমোগ্লোবিন থাকে না। ইহাদের রক্তসংবহনের জন্ত শিরা উপশিরা নাই।

প্রজাপতির খাসকার্য—দেহমধ্যস্থিত কতকগুলি স্নায়ুনের সাহায্যে ইহাদের খাসকার্য সম্পাদিত হয়।

প্রজাপতির প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজনন কোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-প্রজাপতি গর্ভধারণ করে এবং একসঙ্গে অনেক ডিম পাড়িয়া যায়। এই ডিম ক্রমশঃ রূপান্তরিত হইয়া পূর্ণাংগ প্রজাপতির আকার ধারণ করে।

প্রজাপতির বাসস্থান ও প্রকৃতি—পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই প্রজাপতি দেখিতে পাওয়া যায়। বৃক্ষলতাবহুল স্থানেই প্রজাপতি সাধারণতঃ বাস করিয়া থাকে। কারণ জীবন রক্ষার জন্য বৃক্ষ লতা প্রভৃতির সাহায্য উহাদের পক্ষে বিশেষ আবশ্যক। ইহারা যে গাছে থাকে, ইহাদের শূক বা লার্ভা সেই গাছের রঙের সহিত মিশিয়া যায়। গাছের পাতা, পরাগ, মধু প্রভৃতি খাইয়াই ইহারা জীবন ধারণ করে।

প্রজাপতির উপকারিতা—উভিদ্বজগতের পরাগ-সংযোগের সহায়তা করিয়া ইহারা পরোক্ষভাবে মানবজগতেরও যথেষ্ট উপকার করে। তাহা ছাড়া যে সকল প্রজাপতি রেশমের গুটি (Silk cocoon) নির্মাণ করে, তাহারা মূল্যবান রেশম জোগাইয়া প্রত্যক্ষভাবেই মানবজগতের মহোপকার সাধন করে।

Q. 5. Describe the life-history of the mosquito.

Ans. মশার জীবনের চারিটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) শূক বা লার্ভা, (৩) পিউপা এবং (৪) ইমাগো—ডিম হইতে শূক বা লার্ভা বাহির হয়। এই শূক বা লার্ভা দেখিতে কতকটা ক্রিমির মত। উহাদের দেহ লম্বা এবং রোম যুক্ত। লার্ভার মাথা চ্যাপটা। ইহাদের চোখ আছে কিন্তু পা নাই। লার্ভা জলে ঝাঁকি মারিয়া চলে এবং জলের জীবাণু খাইয়া বাঁচিয়া থাকে। ইহারা জলের উপর হইতে বাতাস লইয়া শ্বাসকার্য চালায়। প্রচুর পরিমাণে খাওয়া দাওয়া করিয়া ইহারা বাড়িয়া উঠে এবং তিন বার খোলস ছাড়ে। সাত হইতে দশ দিন পর্যন্ত এই অবস্থায় থাকিয়া ইহারা পিউপা অবস্থা গ্রাপ্ত হয়। এই পিউপা দেখিতে কতকটা বঁড়শীর মত। অন্ত্যান্ত পতঙ্গের পিউপার

মত ইহারা অভুক্ত থাকে তবে ইহারা অসুস্থ নয়, সর্বদাই সক্রিয়। এই সময় কিউলেক্স জাতীয় মশার পিউপার স্বাস্থ্য উন্নয়ের শেষ ভাগ হইতে সরিয়া মাথার দুই পাশে আসে এবং অ্যানোফিলিস জাতীয় মশার পিউপার স্বাস্থ্য নূতন করিয়া আসে। এক হইতে তিনদিন এই অবস্থায় কাটাইবার পর পিউপা কয়েক বার খোলস বদলাইয়া পূর্ণাঙ্গ মশায় পরিণত হয়।

মশার দেহের সাধারণ বর্ণনা—মশার দেহ, (১) মাথা (২) বুক ও (৩) পেট এই তিনভাগে বিভক্ত। মাথা ও বুকের মাঝে সরু গলা এবং বুকের পেটের মাঝে সরু কোমর আছে।

(১) মাথা—মশার মাথা বড় ও গোল। উহার দুই ধারে দুইটি পুঞ্জাক্ষি এবং দুইটি সরু ও লোমযুক্ত শুংগ বা অ্যান্টেনা (Antenna)। পুরুষ মশার শুংগগুলি বড় বড় এবং রোমযুক্ত কিন্তু স্ত্রী মশার শুংগগুলি এক্সপ নয়। তাই শুংগ দেখিয়া স্ত্রী ও পুরুষ মশা চিনিতে পারা যায়। মাথার সামনেই রক্ত শোষণ করিবার জন্য একটি সরু নল আছে। পুরুষ মশার ঐ নলগুলি ভোঁতা; এই জন্য উহারা রক্ত শোষণ করিতে পারেনা।

(২) বুকের—ইহাদের বুকের তিন খণ্ডে বিভক্ত। প্রত্যেক খণ্ডে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি সরু সরু কাঠির মত লম্বা পা আছে। মধ্যের খণ্ডে একঝোড়া বেশ স্বচ্ছ পাতলা ডানা থাকে এবং ঐ ডানা গুলি দ্রুত কম্পিত হইলে শোঁ শোঁ শব্দ হয়। ডানার কম্পন থামাইবার জন্য তৃতীয় খণ্ডে দুইটি ছোট গ্রন্থি থাকে। অ্যানোফিলিস মশার ডানায় ঘেরূপ ছিটা ছিটা দাগ থাকে, কিউলেক্স মশার ডানায় সেরূপ থাকে না।

(৩) পেট—ইহাদের পেট বেশ লম্বা এবং নয়টি খণ্ডে বিভক্ত। পেট ও বুকের প্রত্যেক খণ্ডের পাশে স্বাস্থ্যগ্রহণের জন্য ছিদ্র থাকে।

মশার রক্ত সংগ্রহণ তন্ত্র—ইহাদের হৃৎপিণ্ড সরল ও নাতিদীর্ঘ। রক্ত নির্গত হইয়া দেহ মধ্যে প্রবাহিত হয়। ইহাদের রক্ত শাদা এবং উহাতে

হিমোগ্লোবিন থাকে না। ইহাদের রক্ত সংবহনের জন্য শিরা ও উপশিরা নাই।

মশার শ্বাসকার্য—দেহ-মধ্যস্থ কতকগুলি নলের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সম্পাদিত হয়।

মশার প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজনন-কোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-মশা ডিম পাড়ে। মশা রাজিশেবে ডিম পাড়ে। যে কোন স্থানে জল পাইলেই কিউলেক্স ডিম ছাড়ে; কিন্তু পরিকার জল ব্যতীত অন্য কোন জলেই অ্যানোফেলিস্ মশা, ডিম পাড়িতে ইচ্ছা করে না। অ্যানোফেলিসের ডিম পরস্পর পৃথক থাকে কিন্তু কিউলেক্সের ডিম গায়ে গায়ে লাগিয়া থাকে।

মশার বাসস্থান ও প্রকৃতি—ইহারা অন্ধকারময় স্থানে বাস করে এবং সাধারণতঃ দিনে বাহির হয় না। রক্তসংগ্রহের জন্য ইহারা রাজিতেই বাহির হয়। স্ত্রী-মশা রক্ত শোষণ করিয়া পান করে এবং পুরুষ মশা অজ্ঞাত পচা জিনিষের রস খায়। কিউলেক্স যখন কোন বস্তুর উপর বসে, তখন ঐ বস্তুর সহিত তাহার দেহ সমান্তরালভাবে থাকে কিন্তু অ্যানোফেলিস বস্তুর সহিত প্রায় ৪৫° কোণ করিয়া বসে। অ্যানোফেলিস্ ম্যালেরিয়ার বীজাণু এবং কিউলেক্স গোদের বীজাণু বহন করে। টেগোমিয়া-জাতীয় মশার দংশনে আমাদের ডেঙ্গু জ্বর হয়।

মশার অপকারিতা—মশা, ম্যালেরিয়া প্রভৃতি নানা রোগবীজাণুর বাহন—এই হিসাবে উহা মানবজগতের প্রভূত অপকার করে। ম্যালেরিয়া নিবারণ করিতে হইলে, মশা যাহাতে ধ্বংস প্রাপ্ত হয় তাহার ব্যবস্থা করিতে হইবে। উহার প্রতিকার নিম্নলিখিত উপায়ে সাধিত হইতে পারে—

(১) সকলকেই মশারি ব্যবহার করিতে হইবে।

(২) পুকুর, ডোবা প্রভৃতিতে সপ্তাহে সপ্তাহে কেরোসিন তৈল ঢালিতে হইবে; উহাতে জলের উপর একটি তৈলের পাতলার আবরণ সৃষ্ট হইবে এবং শ্বাস লইতে না পারিয়া মশার মার্তা মরিয়া বাইবে

•—মশা জলে নুতন ডিমও পাড়িতে পারিবে না।

- (৩) অল পোনা, তেচোখা প্রভৃতি মাছ নিরমিত ভাবে ছাড়িতে হইবে।
উহারা মশার লার্ভা খাইতে ভালবাসে।
- (৪) অল নিকাশের এবং জংল পরিষ্কারের ব্যবস্থা করিতে হইবে।
- (৫) বাড়ীর এবং রাস্তার ড্রেন সকল পরিষ্কার রাখিতে হইবে।
- (৬) বাহিরের ভাঙ্গা ইাড়ি, কলসী চূর্ণ করিয়া ফেলিতে হইবে এবং
ছোট বড় গর্ত সকল মাটি দিয়া ভরাট করিতে হইবে।

Q. 6. Describe the life-history of the spider.

Ans. মাকড়সার জীবনে দুইটি অবস্থা—(১) ডিম ও (২) শিশু।
স্নী-মাকড়সা ডিম পাড়ে, এবং কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই ডিম ফুটিয়া শিশু
মাকড়সা বাহির হয়। ইহারা বৃদ্ধি পাইবার সংগে সংগে কয়েকবার খোলস
ছাড়ে।

মাকড়সার দেহের সাধারণ বর্ণনা—মাকড়সার দেহ দুই অংশে
বিভক্ত—(১) মাথা ও (২) পেট। মাথার উপর দুইসারিতে ৮টি গোলাকার
চক্ষু। চক্ষুগুলি সব সমান আকারের নহে—কোনটি ছোট আবার কোনটি বড়
হয়। উহারা পুঙ্খানুপুঙ্খ নহে, সরল। ইহাদের মুখ সহজে চোখে পড়ে না।
মুখের সামনে দুইটি উপাঙ্গ থাকে, এবং উহাদেরই সম্মুখে, মোড়া যার এমন
একটি বিষদাঁত থাকে।

ইহাদের ৮টি পা আছে এবং প্রত্যেক পারে কতকগুলি গাঁট আছে।
ইহাদের পেট দেখিতে কতকটা ডিমের মত। ইহারা পশ্চাতের একস্থানে
চারিটি বা ছয়টি ছোট ছোট মাংসপিণ্ড থাকে—উহাই মাকড়সার জালবুলন
গ্রন্থ (Spinning gland)। মাংসপিণ্ডগুলির প্রত্যেকটিতেই অনেকগুলি
সূক্ষ্মকিঁড় থাকে। উহাদের মধ্য হইতে যে রস বাহির হয়, তাহা শুকাইয়া গেলে
সূতার আকার ধারণ করে; তাহারই সাহায্যে উহারা জাল বুনিয়াদ করে।

কিড়সার রক্তসংবহন—ইহাদের দেহের তিতর কতকগুলি রক্তবাহী নল আছে। নলগুলির মধ্যে যেটি সর্বাপেক্ষা বড়, তাহা পেটের একের নিম্ন দিয়াই প্রবাহিত এবং উহারই একটি অংশ হৃদয়ের কার্য করিয়া থাকে।

মাকড়সার শ্বাসকার্য—পুস্তকাকার একপ্রকার শ্বাসযন্ত্রের সাহায্যে ইহাদের শ্বাসকার্য সাধিত হয়। এই যন্ত্রকে Lung book বলা হয়। বইএর পাতার দ্বারা ইহাতে কয়েকটি পাতার আকারে ফুস্ফুসীয় কোষ (Pulmonary sac) গুলি সজ্জিত থাকে। বার্তাসে যে অক্সিজেন থাকে, তাহা ঐ পাতার রক্তের দ্বারা শোষিত হইয়া রক্তবিশোধন কার্যে ব্যবহৃত হয়। এই সময় দূষিত কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির হইয়া যায়।

মাকড়সার প্রজনন—পুংজনন-কোষদ্বারা স্ত্রীজননকোষ নিষিক্ত হইলে স্ত্রী-মাকড়সা ডিম পাড়িয়া থাকে। স্ত্রী-মাকড়সা, শাদারঙের একপ্রকার গুটি (Cocoon) তৈয়ারী করিয়া তাহাতেই ডিমগুলিকে রাখে এবং নিজে উহাকে বৃদ্ধি করিয়া বেড়ায় বা সাবধানে কোন ফাটলে লুকাইয়া রাখে।

মাকড়সার বাসস্থান ও প্রকৃতি—জানালার দরজার পাশে, কড়িকাঠে, ঘরের দেওয়ালে, গাছের ডালে, এইরূপ নানাস্থানে, মাকড়সা বাসা করে। কীট পতংগের রস চুষিয়া খাইয়া ইহার জীবন ধারণ করে। জালের সাহায্যে ইহার এই পতংগ ধরিতে পারে। জালে কোন পতংগ আটকাইয়া গেলেই উহার টের পায় এবং তৎক্ষণাৎ ছুটিয়া গিয়া উহার গায়ে বিষদাঁত ফুটাইয়া দেয়। পতংগটি সংগে সংগে অচেতন হইয়া পড়ে; তখন মাকড়সা উহার রস চুষিয়া খায়। মাকড়সা কখনও মরা কীট পতংগ খায় না।

Q. 7. Describe the life-history of a common fish

Ans. রুই মাছের জীবনে দুইটা অবস্থা—(১) ডিম ও (২) শিশু। ডিম পাড়িবার দুই সপ্তাহ বা তিন সপ্তাহ পরে ডিম ফুটিয়া ছোট ছোট বাচ্চা বাহির হয়।

কুইমাছের দেহের সাধারণ বর্ণনা—কুইমাছের দেহকে তিনভাগে ভাগ করা যাইতে পারে—(১) মাথা, (২) মধ্যশরীর (Trunk) ও (৩) লেজ। ইহার সর্বাংশ আঁশে (Scales) ঢাকা এবং উহার উপর একপ্রকার তৈলাক্ত পদার্থ মাখান থাকে। মাথার উপরে দুইপাশে দুইটি চক্ষু, দুইপাশে দুইটি কানকুয়া, মুখ এবং নাক থাকে। কুইমাছের চোখ দুইটি আকারে বেশ বড় এবং পাতাবিহীন। কুইমাছের দেহের বিশেষ বিশেষ স্থানে পাখনা থাকে—কানকুয়ার নিকটে (Pectoral) দুইখানি, পিঠে (Dorsal) একখানি, পেটে (Pelvic) দুইখানি, পায়ুর নিকটে (Anal) একখানি, এবং লেজে (Caudal) একখানি।

কুইমাছের অস্থিতন্ত্র (Skeletal system)—কুইমাছ নিম্নশ্রেণীর মেরুদণ্ডী প্রাণী। মাথার খুলি (Skull) ও মেরুদণ্ড লইয়াই ইহার অস্থিতন্ত্র গঠিত। ইহার মেরুদণ্ডে কতকগুলি কশেরুকা (Vertebra) আছে।

কুইমাছের শ্বাসতন্ত্র (Respiratory System)—কানকুয়া তুলিলে চিকণীর মত যে ফুল্কা দেখিতে পাওয়া যায়—উহারই সাহায্যে ইহাদের শ্বাস-কার্য সম্পন্ন হয়। ফুল্কাগুলির মধ্যে অনেক রক্তনালী থাকায় উহাদিগকে লাল দেখায়। প্রথমে কানকুয়া বন্ধ থাকা অবস্থায়, উহার মুখ দিয়া জল টানিয়া লয় এবং মুখ ও গলা বন্ধ করিয়া ফুল্কার মধ্যে জল প্রবেশ করায়। ফুল্কার ভিতরের রক্তনালী সকল ঐ জল হইতে অক্সিজেন গ্ৰহণ লইয়া রক্ত বিশোধিত করে। দূষিত রক্তের কার্বন-ডাই-অক্সাইড জলের সহিত মিশিয়া কানকো দিয়া বাহির হইয়া যায়।

কুইমাছের রক্তসংবহন তন্ত্র (Circulatory System)—পেট কাটিলে কানকুয়ার একটু নীচের অংশে লাল মত যে যন্ত্রটি দেখিতে পাওয়া যায় উহাই কুইমাছের হৃদযন্ত্র (Heart)। ইহাতে দুইটি কুঠরী থাকে;—উপরের কুঠরীটি নিলয় (Ventricle) এবং নীচের কুঠরীটি অলিলয় (Auricle)। নিলয়ের

উপরে ধমনী (Ventral aorta) এবং অলিম্দের নীচে সাইনস ভিনোসস (Sinus venosus) নামক একটি বড় শিরা থাকে।

ইহাদের হৃদযন্ত্রে কখনও বিস্তৃত রক্ত থাকে না। অলিম্দের এবং নিলয়ে যে দুইটি কপাটিকা (Valve) থাকে তাহারা কেবল একদিকে খোলে এবং উহাদেরই সাহায্যে রক্ত একদিকে পরিচালিত হয়। হৃৎপিণ্ডের সংকোচন (Systole) ও প্রসারণের (Diastole) ফলেই শরীরে রক্ত চলাচল হয়। সংকোচন কালে অলিম্দের দূষিত রক্ত নিলয়ে যায়। নিলয় হইতে ধমনীর মধ্য দিয়া উহা কুল্‌কায় গিয়া অক্সিজেন সংস্পর্শে বিস্তৃত হয়। এই বিস্তৃত রক্ত ছোট ছোট ধমনী ও জালকের (Capillaries) ভিতর দিয়া প্রত্যেক জীব-কোষে পৌঁছে এবং জীব-কোষকে খাওয়ার সারাংশ ও অক্সিজেন প্রদান করিয়া উহা কাবন-ডাই-অক্সাইড ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ গ্রহণ করে। এই দূষিত রক্ত শিরা, উপশিরা ও সাইনস ভিনোসাসের ভিতর দিয়া হৃৎপিণ্ডের প্রসারণ কালে অলিম্দের ফিরিয়া যায়। ইহাদের রক্ত ঠাণ্ডা এবং উহাতে খেত ও রক্ত এই উভয়বিধ কণিকাই (Corpuscles) থাকে।

কুই খাওয়ার পুষ্টিতন্ত্র (Alimentary System)—ইহাদের মুখের দ্বারটি বেশ বড়। মুখের মধ্যে একটি ছোট জিহ্বা আছে। মুখের গর্তের পেছনের অংশই ফ্যারিংক্স (Pharynx)। ইহার পরেই অন্ননালী (Aesophagus)। অন্ননালীর পরবর্তী অংশই পাকস্থলী (Stomach)। পাকস্থলী হইতে দীর্ঘকায় (Intestines) নির্গত হইয়া পায়ু পথে বাহিরে আসিয়াছে। মুখ বিবর হইতে আরম্ভ করিয়া পায়ু পর্যন্ত বিস্তৃত নলটিকে পৌষ্টিক নালী (Alimentary canal) বলা হয়। পাকস্থলীর দুইধারে দুইটি যকৃৎ (Liver) এবং উহাদের মাঝখানে পিত্তস্থলী (Gall-bladder) অবস্থিত। পিত্তস্থলীর সহিত অন্ন ও যকৃৎের সংযোগ আছে। উহার রস

হজম কার্যের সহায়তা করে। যে স্থল হইতে অম্ল আরম্ভ হওয়াছে তথায় পাঁচটি বন্ধনালী (Pyloric caeca) আছে।

কুইমাছের রেনচন তন্ত্র—(Excretory System)—মেরুদণ্ডের নীচের অংশের দুইধারে দুইটি বৃক (Kidney) থাকে। বৃক দুইটি হইতে দুইটি পাতলা নল বাহির হইয়া কিয়দূরে মিলিত হয় এবং পায়ুর ছিত্রের সহিত সংযুক্ত হয়। এই নল দিয়া প্রস্রাব পায়ুর ছিত্র দিয়া বাহির হইয়া আসে।

কুইমাছের প্রজনন—স্ত্রী-মাছেরা ডিম পাড়ে এবং এক একটি মাছের পেটে প্রায় ৮১০ লক্ষ ডিম থাকে। ডিম পাড়িবার পর পুরুষ মাছ আসিয়া সেই ডিমের উপর এক প্রকার রস ছড়াইয়া দেয় এবং পরে আর কেহই উহাদের খোঁজ রাখে না।

কুইমাছের বাসস্থান ও প্রকৃতি—নদীতে, পুকুরে এবং বড় বড় জলাশয়ে কুই মাছ দেখিতে পাওয়া যায়। ইহারা পটুকার সাহায্যে ইচ্ছা মত জলে ভাসিতে বা উঠিতে নামিতে পারে। পাখনার সাহায্যে ইহারা সাঁতার কাটে। কান্ধা হইতে আরম্ভ করিয়া লেজ পর্যন্ত উহাদের গায়ে দুইটি লম্বা রেখা (Lateral line sense organ) থাকে : উহার সাহায্যে মাছ স্পর্শানুভব করে। উহাদের দেহ বড়ই পিচ্ছিল, তাই সহজে উহাকে ধরিতে পারা যায় না। উহাদের আত্মরক্ষার ইহা একটি প্রধান উপায়।

Q. 8. Describe the life-history of the frog.

Ans. ব্যাণ্ডের জীবনের তিনটি অবস্থা—(১) ডিম, (২) ব্যাঙাটি ও (৩) পূর্ণাংগ ব্যাঙ। ডিম পাড়িবার কয়েক দিন পরে ডিম ফুটিয়া ব্যাঙাটি (Tadpole) বাহির হয়, ইহাদের মাথা ও লেজ থাকে এবং মাথার নিকট মুখের পাশে দুইটি গোলাকার যন্ত্র (Sucker) থাকে। ইহার সাহায্যে ব্যাঙাটি

কলমধ্যস্থ কোন বস্তুর সহিত নিজেকে আটকাইয়া রাখিতে পারে। লেজের সাহায্যে ইহার সঁতার দিয়া বেড়ায়। প্রথম অবস্থায় ইহাদের দেহে প্রচুর খাদ্য সংকীর্ণ থাকে বলিয়া ইহাদের খাইবার প্রয়োজন হয় না। কিছু দিন পরে ইহাদের মুখ উৎপন্ন হয় এবং উহার চারি পার্শ্বে দাঁত বাহির হয়। মুখের দুইধারে ফুলকা ঝুলিতে থাকে। ব্যাঙাচি মুখ ও দাঁতের সাহায্যে খাদ্য সংগ্রহ করে এবং ফুলকার সাহায্যে শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে। কয়েক দিন পরে এই ফুলকার উপর কানকুয়া (Operculum) গজায়; পুরাতন ফুলকা চলিয়া যায় ও নূতন ফুলকা উৎপন্ন হয়, এবং দেহের মধ্যে ফুসফুস জন্মিতে থাকে। এইবার লেজটি খুব বড় হইতে আরম্ভ হয় এবং দেহ ও লেজের সন্ধিস্থানে পিছনের পা বাহির হয়। সামনের পা পূর্বেই উৎপন্ন হয় কিন্তু কানকুয়া দিয়া ঢাকা থাকে বলিয়া দেখিতে পাওয়া যায় না। আর কিছু দিনের পর কানকুয়া ও ফুলকা চলিয়া যায় এবং ফুসফুস সাহায্যেই শ্বাস কার্য সম্পন্ন হইতে থাকে। দেহের বৃদ্ধির সংগে সংগে লেজটিও ছোট হইয়া আসে এবং ক্রমশঃ ব্যাঙাচি পূর্ণাঙ্গ ব্যাঙে পরিণত হয়।

ব্যাঙের দেহের সাধারণ বর্ণনা—ব্যাঙের দেহকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়—(১) মাথা ও (২) দেহকাণ্ড। মাথার অগ্রভাগ হুচল এবং উহার উপর দুইপার্শ্বে দুইটি বড় বড় চোখ। চোখে তিনটি করিয়া পাতা থাকে। উপরের পাতাটি বড়, নীচের পাতাটি খুবই ছোট এবং তৃতীয় পাতাটি চক্ষুকে ঢাকিয়া রাখে। চোখের পিছনেই উহাদের কর্ণপট (Tympanic membrane)। মাথার অগ্রভাগে দুইটি নাসারন্ধ্র থাকে এবং উহাদের মধ্য দিয়া শ্বাসবস্তুর বাতাস যাতায়াত করে। ইহাদের পিছনের পা বড় এবং সামনের পা ছোট। সামনের পায়ে চারিটি করিয়া এবং পিছনের পায়ে পাঁচটি করিয়া আঙুল থাকে। পিছনের পায়ের আঙুলগুলি জোড়া থাকে বলিয়া ব্যাঙ উহাদের সাহায্যে জলে সঁতার কাটিতে পারে। সোনা ব্যাঙের উপরের চোয়ালে এক পাটি দাঁত থাকে কিন্তু কোনো ব্যাঙের তা থাকে না।

সোনা ব্যাঙ আকারে বড়। উহাদের পেটটি হলুদে এবং পিঠে সবুজ রঙের ডোরা কাটা থাকে। কুনো ব্যাঙ বড়ই কদাকার। উহাদের সর্বাংগে বিষাক্ত রস পূর্ণ কাল কাল ঢিপি থাকে। অধিকাংশ ব্যাঙেরই সামনের দিকে আটকান এবং পিছন দিকে পোলা একটি চট্‌চটে জিভ থাকে। ব্যাঙেরা উহারই সাহায্যে পতঙ্গ পরিয়া খায়।

ব্যাঙের শ্বাস তন্ত্র—উহার মুখ বন্ধ করিয়া নাকের সাহায্যে বাতাস টানে এবং ঢোক গিলিবার মত করিয়া ঐ বাতাস ফুস্‌ফুসে পাঠাইয়া দেয়। ফুস্‌ফুসের আলকের রক্ত, ঐ বাতাস হইতে অক্সিজেন লয় এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করে। এই সময় ফুস্‌ফুসের নিকটবর্তী মাংসপেশী ফুস্‌ফুসের উপর চাপ দেয় এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইডযুক্ত দূষিত বাতাস নিঃশ্বাস রূপে বাহির হইয়া আসে। এই বাতাস বাহ্যতে সহজে বাহির হইতে পারে এই জন্য ঐ সময় উহার মুখ ফুলাইয়া রাখে। এই সময় নাকের ছিদ্রের ভালী স্থলিয়া যায় এবং নিঃশ্বাস-বায়ু উহার ভিতর দিয়া বাহিরে চলিয়া আসে। নীতকালে ব্যাঙ ত্বকের সাহায্যেও শ্বাস কাষ সম্পন্ন করিয়া থাকে।

ব্যাঙের রক্ত সংবহন তন্ত্র—ব্যাঙের রক্ততন্ত্রে তিনটি কুঠরী—উপরের কুঠরী দুইটিকে অলিন্দ (Auricle) এবং নীচের কুঠরীটিকে নিলদ্র বলা হয় (Ventricle) বলা হয়। দক্ষিণ অলিন্দের সহিত সাইনস ভেনো-সাস (Sinus venosus) নামক মহাশিরা, বাম অলিন্দের সহিত ফুস্‌ফুসীয় শিরা (Pulmonary vein) এবং নিলয়ের সহিত কন্দাকৃতি এণ্ডার্টা (Bulbous Aorta) সংযুক্ত থাকে। অলিন্দ হইতে নিলয়ে আসিবার ছিদ্র আছে। ছিদ্রগুলির মুখে এবং কুঠরী ও রক্তবহা নালীর সংযোগস্থলে কপাটিকা (Valve) থাকে। কপাটিকাগুলি রক্তকে মাত্র একদিকে যাইতে দেয়। কন্দাকৃতি এণ্ডার্টার মধ্যে একটি পেঁচাল কপাটিকা (Spiral valve) আছে। ইহা বিপুল ও দূষিত রক্তকে পৃথক্ ভাবে চালিত করে।

হৃৎপিণ্ডের সংকোচন (Systole) ও প্রসারণের (Diastole) ফলেই দেহ মধ্যে রক্ত চলাচল হয়। অলিম্ব দুইটি রক্তদ্বারা পরিপূর্ণ হইলেই উহারা সংকুচিত হয় এবং কপাটিকাগুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়া রক্ত নিলয়ে প্রবেশ করে। নিলয় রক্তে পূর্ণ হইবামাত্র সংকুচিত হয় এবং কপাটিকাগুলি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইয়া রক্ত এওটার মধ্যে প্রবেশ করে। এওটার মধ্য দিয়া পেঁচাল কপাটিকার সাহায্যে দক্ষিণ অলিম্বের দৃষিত রক্ত এবং বাম অলিম্বের বিস্তৃত রক্ত পৃথক্ ভাবে চালিত হয়।

দৃষিত রক্ত এওটা হইতে ফুস্ফুসীয় ধমনীর (Pulmonary artery) সাহায্যে ফুস্ফুসে যাইয়া অক্সিজেন সংস্পর্শে বিস্তৃত হয় এবং ফুস্ফুসীয় শিরায় (Pulmonary vein) মধ্য দিয়া বাম অলিম্বের প্রসারণ কালে বাম অলিম্বে ফিরিয়া আসে।

বিস্তৃত রক্ত এওটা হইতে শাখা-ধমনী ও জালকের ভিতর দিয়া দেহের ভিন্ন ভিন্ন কোষে যায় এবং কোষগুলিকে খাদ্য ও অক্সিজেন দ্বারা সতেজ করে। পরে ঐ রক্ত কোষস্থিত কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি নানা আবর্জনার সংস্পর্শে দৃষিত হইয়া জালকের সহিত সংযুক্ত সৰু সৰু শিরায় প্রবেশ করে এবং ক্রমে উর্ধ্ব মহাশিরায় (Superior vena-cava) বা নিম্ন মহাশিরায় (Inferior vena-cava) ভিতর দিয়া সাইনস্ ভেনোসাসে (Sinus venosus) উপস্থিত হয় এবং দক্ষিণ অলিম্বের প্রসারণ কালে দক্ষিণ অলিম্বে ফিরিয়া আসে।

নাড়ের পুষ্টি তন্ত্র—মুণ্ডের গর্ভের পিছনে, দুইটি-ছিদ্র বিশিষ্ট ফ্যারিংক্স (Pharynx) পাকে। ইহার একটি ছিদ্র অন্ননালীর এবং অপরটি শ্বাসনালীর নিক্ত সংযুক্ত। অন্ননালীর পরবর্তী অংশ পাকস্থলী (Stomach), তৎপরবর্তী অংশ অন্ত্র (Intestine) এবং তৎপরবর্তী অংশ বৃহদন্ত্র (Large-intestine)। বৃহদন্ত্রের শেষপ্রান্তে ক্লোয়েকা (Cloaca) নামক একটি

(৬) প্রজনন বা বংশবিস্তার (Propagation)—সজীব পদার্থমাত্রই বংশবিস্তার করিয়া নিজের জাতিকে ধ্বংসের হাত হইতে রক্ষা করে। প্রাণি জগতেও ইহার ব্যতিক্রম হয় না। ইহাদের মধ্যে চার রকমের প্রজনন প্রণালী দেখিতে পাওয়া যায়।

(i) দেহাংশজ প্রজনন (Asexual reproduction)—ইহাতে প্রাণিদেহের অংশ-বিশেষ বিচ্যুত হইয়া নূতন প্রাণীর উদ্ভব হয়। কৈচোর দেহকে খণ্ড খণ্ড করিয়া কাটিয়া ফেলিলে প্রত্যেক খণ্ড হইতে নূতন কৈচোর উৎপত্তি হয়।

(ii) অযৌন প্রজনন (Asexual reproduction)—নিম্নশ্রেণীর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র প্রাণি-বিশেষের দেহ হইতে কোষ-বিভাগের ফলে নূতন প্রাণী উৎপন্ন হয়।

(iii) যৌন প্রজনন (Sexual reproduction)—প্রাণীর পুংজনন কোষ ও স্ত্রীজননকোষের মিলনে নূতন প্রাণীর জন্ম হয়। মাত্র প্রভৃতিতে এইরূপ প্রজনন প্রণালী দেখা যায়।

(iv) উদ্ভট প্রজনন (Parthenogenesis)—ইহাতে প্রাণি-বিশেষে পুংজননকোষ ও স্ত্রীজননকোষের মিলন না হইয়াও নূতন প্রাণী উৎপন্ন হয়। অনিষিক্ত ডিম হইতে পুরুষ যৌমাছি এই প্রণালীতেই উৎপন্ন হইয়া থাকে।

(৭) মরণশীলতা (Mortality)—সকল সজীব পদার্থের নত প্রাণিসকলও কালে মৃত্যুমুখে পতিত হয়। মৃত্যুমুখে পতিত হইলে, উহারা জড় পদার্থের অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

(৮) পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজন (Adaptation to environments)—সজীব পদার্থ মাত্রেরই পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত সামঞ্জস্য রক্ষা করিয়া জীবন ধারণ করিবার প্রয়াস দেখিতে পাওয়া যায়। প্রাণিসকলও জল, বায়ু এবং পারিপার্শ্বিক অন্যান্য অবস্থার সহিত সৰ্ব্বদা রাখিয়া চলিবার চেষ্টা করে। যাহারা এই সৰ্ব্বদা রাখিয়া চলিতে পারে না,

তাহারা জীবন যুদ্ধে পবাক্রিত হইয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। প্রাণিজগতে পারি-
পার্বিক অবস্থার সহিত অভিযোজনের কয়েকটি উদাহরণ নিয়ে দেওয়া হইল —

(i) যে সকল প্রাণী জলে বাস করে তাহাদিগকে জলে বাস করিবার
বিশেষ যোগ্যতা অর্জন করিতে হয়। সম্মন ও ভাসন কার্যে সাহায্য করিবার
জন্ত মাছের পেটে যে বায়ুপূর্ণ থলি (পট্কা) দেখিতে পাওয়া যায়,
তাহা পারিপার্শ্বিক অবস্থার সহিত উত্থানের অভিযোজনেরই দৃষ্টান্ত। ফুল্কার
সাহায্যে উত্থান স্থানকায় সম্পন্ন করে এবং এই ফুল্কা জলবাসী প্রাণিসকলেরই
উপযুক্ত। উত্থানের সহায়তায় যে জীবাণু খাদ্য লাভে জলে চাপ হইতে আশ্রয়লাভ
করিবার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। কই, মাংস, পানি প্রভৃতি মাছ জল ও স্থল
এই উভয় স্থানেই বাস করে। এত হেতু উত্থানের শরীরে অতিরিক্ত শ্বাস
রক্ত দেহিতে পাওয়া যায়। সমুদ্রে বহু ভাঙ্গা বিট নাচে যে সকল প্রাণী থাকে,
তাহাদের চোখ নাই। জলের সাহায্যে ৩০ ৫ শিকারের সন্ধান পায়।
জলে চাপে দেহ ও চ্যাপ্টা হইয়া যায়

(ii) বাঘ, বাঘাচি অবস্থায় যখন জলে বাস করে, তখন উত্থানের
কল্যাণ থাকে। কিন্তু পূর্ণাঙ্গ হইয়া যখন স্থলে বাস করিতে আসে তবে, তখন
স্থলচর প্রাণিদিগের মত উত্থানের সহায়তায় লাভ করে। তাহাদের সাহায্যে শ্বাস
গ্রহণ করিয়া থাকে।

(iii) স্থলচর প্রাণিদিগের মধ্যে নানা প্রকারে অভিযোজন দেখিতে
পাওয়া যায়। বৈচিত্র্যে গত মধ্যে বাস করিতে হয়। তাই উত্থানের
পল্লীসমূহ এমন ভাবে গঠিত যে উত্থান সহ এবং লম্বা হইয়া সহজে গর্ত মধ্যে
প্রবেশ করিতে পারে। মরুভূমিতে চলিতে হয় বলিয়া উঠে প। চ্যাপ্টা
এবং উত্থানের পাকস্থলীতে জল সঞ্চিত রাখিবার ক্ষমতা আছে। বনের গাছ-
পালার বড়ো সহিত আপনাকে গিলাফা রাখিয়া শিকার ধরিবার সুবিধা
হইবে বলিয়া বাঘের গায়ে ডোরা ডোরা দাগ দেখিতে পাওয়া যায়। শীত-

প্রধান দেশের প্রাণীদের গায়ে প্রচুর পরিমাণে লোম উৎপন্ন হয়। এই লোম উহাদিগকে শীত হইতে রক্ষা করে। মাংসাশী প্রাণীদের দাঁত খুব তীক্ষ্ণ ও নৃশাঙ্গ, কিন্তু তৃণভোজী প্রাণীদের চিবাইয়া খাইতে হয় বলিয়া দাঁতগুলি ভোঁতা।

(iv) আত্মরক্ষার জন্য প্রাণিসকল নানাপ্রকার অভিযোজনের আশ্রয় লয়। শিং, দাঁত, পা, নখ, খাবা, ঠোঁট, হল, দুর্গন্ধ, বিষাক্ত রস, কঠিন আবরণ, রঙ প্রভৃতির সাহায্যে প্রাণিসকল আশ্রয় রক্ষা নিজে নিজে রক্ষার ব্যবস্থা করে। এই প্রকার অভিযোজনের অভাবে আততায়ীর হস্ত হইতে আত্মরক্ষা করিতে না পারিয়া প্রাণিসকল ধ্বংস প্রাপ্ত হয়।

Q. 10. Give an account of the inter-dependence of plants and animals.

Ans. উদ্ভিদ ও প্রাণীর পরস্পর নির্ভরতা—

(১) উদ্ভিদ না হইলে প্রাণী বাঁচিতে পারে না।

(i) উদ্ভিদ বাতাস হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে এবং অক্সিজেন বাহির করিয়া দেয়। প্রাণিসকল এই অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া বাঁচিয়া থাকে। উদ্ভিদ না থাকিলে বাতাস কার্বন-ডাই-অক্সাইডে ভরিয়া গিয়া প্রাণিজগতের একান্তই অব্যবহার্য হইয়া পড়িত।

(ii) উদ্ভিদ মৌলিক পদার্থের দ্বারা খাদ্য প্রস্তুত করিতে পারে কিন্তু প্রাণী তাহা পারে না; তাই খাদ্যের জন্য তাহাকে উদ্ভিদের মুখ চাহিয়া থাকিতে হয়। উদ্ভিদ না থাকিলে প্রাণিসমূহ খাইতে না পাইয়া মরিয়া যাইত।

(২) প্রাণী না হইলে উদ্ভিদ ও বাঁচিতে পারে না—

- (i) প্রাণী বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করিয়া দেয়। উদ্ভিদ এই কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া বাচিয়া থাকে। প্রাণী না থাকিলে বাতাস অক্সিজেনে ভরিয়া উদ্ভিদ জগতের একান্তই অব্যবহার্য হইয়া পড়িত।
- (ii) প্রাণীর মৃত দেহের হাড়, মাংস, রক্ত এবং উহাদের মল, মূত্র প্রভৃতি হইতে উদ্ভিদ নানা প্রকার খাদ্যোপাদান সংগ্রহ করে। ইহাদের অভাবে উদ্ভিদ দেহের সম্যক পুষ্টি সাধন হয় না।
- (iii) উদ্ভিদের পরাগ-সংযোগ এবং বীজবিস্তার ব্যাপারে প্রাণি-সমূহের সহায়তা অত্যাৱশ্যক।



শারীর বিজ্ঞা

Q. 1 Give a general description of the following and mention the different functions served by each of them. (a) bones (b) ligaments (c) cartilage (d) joints

Ans (A) অস্থি (Bones)—যে কাঠামোব সাহায্যে মানবদেহ নিৰ্মিত, তাহা কতকগুলি অস্থিৰ সমষ্টি মাত্ৰ। মানব দেহে ছোট বড় পৰিমাণে ২০৬ খানি অস্থি বৰ্ত্তিমাছে। নিম্নলিখিত বাসায়নিক উপাদান দ্বাৰা অস্থি গঠিত হয়-

জৈব পদাৰ্থ—কোলাজেন	৩৩%
অজৈব পদাৰ্থ—ক্যালসিয়াম ফসফেট	৫৭%
ক্যালসিয়াম কাৰ্বনেট	৭%
ক্যালসিয়াম ফ্লুওরাইড	৩%
ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট	

১০০

অস্থি-সমূহেৰ বাহিৰেৰ অংশ দৃঢ় ৭ ঘনীভূত তন্তু দ্বাৰা এবং উষ্ণৰ ভিতৰেৰ অংশ এক প্ৰকাৰ নবম তন্তু দ্বাৰা (Marrow) নিৰ্মিত। ইহা ছাড়া অস্থিৰ গায়েৰ চাৰিদিকে এক প্ৰকাৰ পৰ্ণী (Periosteum) থাকে এবং ঐ পৰ্ণী ভেদ কৰিয়া বন্ধুৰ্জা-নাড়ী সকল অস্থিৰ ভিতৰে প্ৰবেশ কৰে এবং অস্থিকোষ সমূহে বন্ধু চলাচলেৰ বাবস্থা কৰে। কংকালে চাৰি প্ৰকাৰেৰ অস্থি দেখিতে পাওয়া যায়—(১) লম্বা অস্থি (Long bone), (২) ছোট অস্থি

(Short bone), (৩) চ্যাপ্টা অস্থি (Flat bone) (৪) অসম অস্থি (Irregular bone) ।

অস্থির কার্য—(১) দেহের কাঠামো প্রস্তুত করিয়া দেহের কোমল অংশগুলিকে ঠিকমত সাজাইয়া রাখে। (২) কঠিন আবরণ গঠন করিয়া দেহের সূক্ষ্ম কোমল এবং অতি প্রয়োজনীয় যন্ত্রগুলিকে রক্ষা করে। (৩) ইহার উপরেই পেশীগুলি উৎপন্ন হয় এবং উহাতেই বাঁধা থাকিয়া অঙ্গ সঞ্চালন কার্যে সহায়তা করে। (৪) মজ্জার ভিতরে এক প্রকার রক্ত-কণিকা উৎপন্ন হয় বলিয়া কেহ কেহ বলিয়া থাকেন।

(B) সন্ধিবন্ধনী (Ligaments)—হুই বা ততোধিক অস্থির সন্ধিস্থলে দড়ির মত কতকগুলি তন্তু দ্বারা অস্থিগুলি বাঁধা থাকে। এই তন্তুগুলিকেই সন্ধি-বন্ধনী বলা হয়।

সন্ধিবন্ধনীর কার্য—যথাস্থানে সন্ধিবিষ্ট অস্থিগুলিকে পরস্পর বাঁধিয়া রাখিয়া কাঠামোর আকার বজায় রাখে।

(C) তরুণাঙ্ঘ্রি (Cartilage)—ইহা হুই বকয়ের হুইয়া থাকে।

(১) স্থায়ী (Permanent)—ইহা বরাবরই একই অবস্থায় থাকে। এবং কখনও অস্থিতে পরিণত হয় না। (২) অস্থায়ী (Temporary)—পরিণামে ইহা অস্থিতে পরিবর্তিত হয়।

তরুণাঙ্ঘ্রির কার্য—(১) দৃঢ় অথচ নমনীয় অংশ-বিশেষ গঠনে ব্যবহৃত হয়। (২) সন্ধিস্থলে অস্থি সমূহের মধ্যে থাকিয়া মারাত্মক আঘাতেও অস্থি সকল বাহাতে পরস্পর ধাক্কা লাগিয়া ভাঙিয়া না যায়, তাহার ব্যবস্থা করে। (৩) সন্ধিস্থলের গতগুলিকে (Sockets) গভীরতর করে। (৪) সন্ধিস্থলে থাকিয়া রোধের (Friction) পরিমাণ কমাইয়া দেয় এবং অস্থি সকলকে সহজে সঞ্চালিত হইতে দেয়।

(D) সন্ধি (Joints)—কার্য :—সন্ধিগুলির সাহায্যে দেহকে ইচ্ছামত ঝাঁকিহিঁতে পারা যায়। মানবদেহের সন্ধিগুলিকে নিম্নলিখিত প্রকারে ভাগ করা হয়—

সন্ধি	(১) অচল Immovable	{	করোটিহিত অস্থি সমূহের সন্ধি (Sutures)।	
	(২) সচল movable		{	কশেককা সন্ধি
			(১) অসম্পূর্ণ (Imperfect)	
			(২) সম্পূর্ণ (Perfect)	
				{ (১) হাতের কব্জি ও পায়ের গোড়ালি প্রভৃতির সন্ধি (Gliding joint)
				{ (২) বল্ল ও উরুর সন্ধি (Ball and socket joints)
				{ (৩) কলুই ও জামুর সন্ধি (Hinge joints)
				{ (৪) মস্তক ও মেরুদণ্ডের মধ্য- বর্তী অ্যাটলাস (Atlas) ও অ্যাক্সিসের (Axis) সন্ধি (Pivot joint)

Q. 2. What is meant by the human Skeleton? Give a description of its construction mentioning the names of some of the important bones that take part in it.

Ans. মানবদেহের অস্থি সংখ্যা প্রায় দুই শতেরও অধিক। এই অস্থিগুলিকে যথাস্থানে সন্নিবেশিত করিয়া ঠিকমত সাজাইলে যে কাঠামো উৎপন্ন হয় তাহাই কংকাল বা (Skeleton)।

কালে অতি প্রয়োজনীয় তিনটি গহ্বর দেখিতে পাওয়া যায়। মাথার করোটি গহ্বর, বকে বকোংহ্বর এবং বাওতে বস্তিগহ্বর। বকোংহ্বর ও বস্তিগহ্বর এই দুই লইয়া দেহকাণ্ড (Trunk)। দেহকাণ্ড ও করোটির পশ্চাৎস্থিত মেরুদণ্ডের সাহায্যে ইহারা যথাস্থানে সাজান থাকে। দেহকাণ্ডের উদ্বাংশের দুই পাশে দুইটি হাত, অক্ষকাণ্ড (Clavicle) ও অঙ্গস্কলক (Scapula) দ্বারা সংযুক্ত থাকে। দেহকাণ্ডের নিম্নাংশের দুই পাশে দুইটি পা সংযুক্ত থাকে। নিম্ন নবকংকালের আন্ত সমূহের নাম ও সংক্ষিপ্ত পাঠ্য দেওয়া হইল—

মস্তকে (স্বতন্ত্র—২৮টি)	দেহকাণ্ডে—	প্রত্যংগে (স্বতন্ত্র ১২৪টি)
(A) করোটিতে—৮টি	স্বতন্ত্র—৫৪টি	(A) হস্তে— ৬৪টি
(i) ফ্রন্টাল—১	(A) মেরুদণ্ডে—২৬টি	(i) ক্র্যাভিকুল—২
(ii) অক্সিপিটেল—১	1) সাবজাইক্যাল	(ii) স্ক্যাপুলা—২
(iii) প্যারিএটেল ২	কশেৰুকা—৭	(iii) হিউমারাস—২
(iv) টেম্পোবেল—২	(ii) ভেসেল	(iv) আল্না—২
(v) ফিনিয়েড—১	কশেৰুকা—১২	(v) রেডিয়াস—২
(vi) এথময়েড—১	(iii) লাম্বাব কশেৰুকা—৫	(vi) কার্পেল—১৬
(B) মুখমণ্ডলে—১৪টি	(iv) স্ক্রোম—১	(vii) মেটাকার্পেল—১০
1) ন্যাক্সা—২	(v) কক্সিগাল—১	(viii) ফ্যালান্স ১৮
(ii) ম্যাক্সা—১	(B) পীজরায়—২৪টি	(B) পদে— ৬০টি
(iii) ল্যাক্সা—২	(C) হাইঅয়েড—১টি	(i) ফিমার—২
(iv) প্যাণেট—২	(D) টার্নাম—১টি	(ii) প্যাটেল্লা—২
(v) টার্বিনেটেড—২	E) 'হিপ্পোন'—২টি	(iii) টিবিয়া—২
(vi) ম্যাক্সিলা—২		iv ফিবুলা—২
(vii) ভোমার—১		(v) টার্বুসেল—১৪
(C) কানে— ৬টি		(vi) মেটাতার্বুসেল—১০
(i) ম্যানিফ্যাস—২		(vii) ফ্যালান্স—২৮
(ii) ইন্কাস—২		
(iii) টেম্প—২		

উপচর্ম (Epidermis)	{	(১) স্বকের সর্বাঙ্গেকা বাহিরের তর।
		(২) বন আচ্ছাদক তন্তু দিয়া গঠিত।
		(৩) সুস্পন্দক এবং বহু।
		(৪) স্নায়ু এবং রক্তবাহানালী থাকে না।
		(৫) বর্ধনের কালে ইহার উপরিভাগে বৃদ্ধির দণ্ড দ্বারা উদ্ভিন্ন হয়।
		(৬) ভিতরের অংশ রক্ষা করা ইহার কার্য।
রক্তন তর (Mucosum)	{	(১) অপেক্ষাকৃত কোমল এবং অল্প বহু।
		(২) রক্তনকোষ (Pigment cells) বহু।
		(৩) চর্ম রঞ্জিত করে।
চর্ম (Dermis)	{	(১) স্বকের সর্বাঙ্গেকা ভিতরের তর।
		(২) আলুপা আচ্ছাদক তন্তু দিয়া গঠিত।
		(৩) ইহাতে বহুসংখ্যক স্নায়ুশাখ এবং রক্তবাহানালী থাকে।
		(৪) ইহাতে বর্ষগ্রহি, মেদগ্রহি, কেশমূল প্রভৃতি থাকে।
গ্রহি (Glands)	{	(১) চর্মের পর্জীরতর এদেশে অবস্থিত।
		(২) মেহের সর্বগ্রহি প্রচুর পরিমাণে থাকে।
		(৩) হাতে ও পায়ের ভলার অপেক্ষাকৃত অধিক।
		(৪) প্রত্যেক গ্রহিতে সুগন্ধীর ভায় একটি পঠন থাকে।
		(৫) বর্ম নিঃসারণ করে।
	{	(১) চর্মের ভিতর সরল।
		(২) উপচর্মে মোড়ান।
		(৩) বাহিরে ছিদ্রাকার মুখ।
	{	(১) বর্ম নিঃসারণ করে।
		(২) কেশের টবের সহিত সংযুক্ত।
		(৩) সিবাম (Sebum) নামক এক প্রকার তৈলাক্ত পদার্থ উৎসর্গ করে।
		(৪) সিবাম কেশ ও স্বকে নরম করে।
বর্ম (Sebaceous)	{	(১) অংশলী-আচ্ছাদিত মূল ও দৃঢ় পদার্থ।
		(২) উপচর্মেরই বর্ধিত অংশ।
		(৩) স্বক ও নখের সংযোগ স্থলে নখের বৃদ্ধি ঘটে।
		(৪) পদ্মাতের বৃদ্ধি উহাকে সমুখে প্রেরিত দেয়।
		(৫) বাহার উপর নখ থাকে তাহাকে নখনখা (Nail-bed) বলে।
		(৬) নখের আগার কোম স্নায়ু থাকে না, তাই নখ কাটিলে বেদনা বোধ হয় না।
নখ (Nails)	{	(১) প্রত্যেক কেশের মূল চর্মের ভিতরে ছোট ছোট কোটরের মধ্যে থাকে।
		(২) কোটরগুলিকে কেশমূল (Hair follicle) বলে।
কেশ (Hair)	{	(১) প্রত্যেক কেশের মূল চর্মের ভিতরে ছোট ছোট কোটরের মধ্যে থাকে।
		(২) কোটরগুলিকে কেশমূল (Hair follicle) বলে।

অস্বেচ্ছিক পেশী (Involuntary muscle) — এই পেশীর স্নায়ু
 সাহায্যে ইচ্ছামত সংকুচিত ও প্রসারিত করিতে পারা যায় না।

অস্বেচ্ছিক পেশী (Involuntary muscle) — এই পেশীর স্নায়ু
 সাহায্যে ইচ্ছামত সংকুচিত ও প্রসারিত করিতে পারা যায় না।
 বিভিন্ন পেশীকল্পদ্বারা গঠিত। হৃৎসহানাদী, শর, দুগ্ধাশ্রয় প্রভৃতি
 অস্বেচ্ছিক পেশী থাকে। শরের অন্তরিত পেশী একই ভিন্ন ধরনের
 হৃৎসহানাদী পেশী দ্বারা গঠিত এবং উহার কোন আবরণ (Sarcolemma)
 নাই। চিহ্নিত হইলেও চিহ্নগুলি নিরূপিত নহে। চক্ষুদ্বারা কোনও
 বিকাশন হইলেই শাখাবৃত্ত এবং প্রত্যেক কোষের মধ্যেই একটি ক্রান্তি
 উদ্ভিদাল থাকে।

Q. 4. Describe the structure of the skin. What office dose it perform ?

Ans. ১ নং Table এ স্বকের গঠন প্রদর্শিত হইল—

* * *

স্বকের কার্য—(১) সংজ্ঞা বহন করা ; (২) দেহের আচ্ছাদন স্বরূপ বহন
 উত্তরের স্বকুলিকে বাহিরের আঘাত হইতে রক্ষা করা ; (৩) দেহের উত্তাপ
 রক্ষা করা ; (৪) ঘর্ষণ সাহায্যে উত্তরের বহু দ্রবিত পদার্থ বাহির করিয়া
 দেওয়া ; (৫) সামান্য পরিমাণে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বাহির করা ; (৬) তৈলাক্ত
 কার্য শোষণ করা।

Q. 5. What is meant by the term food? What are the several kinds of food that are taken

by human beings ? State the functions performed by each of them.

Ans. খাদ্য—(Food)—বাহ্য দ্বারা দেহের কক নিৰ্মাণ, শক্তি ও বৃদ্ধি সাধন এবং দেহ-মধ্যস্থ প্রবাসের অক্সিজেন সম্পূর্ণরূপে তাপ উৎপাদন—এই তিনের একটি কার্যও সিদ্ধ হয়, তাহাই খাদ্য। আর বাহ্য দ্বারা খাদ্য গ্রহণ, তাহা সুখরোচক হইলেও প্রকৃত খাদ্য নহে।

সাধারণতঃ আমরা ছয় রকমের খাদ্য খাইয়া থাকি—(১) **আমিষ জাতীয় (Proteins)**; (২) **শর্করাজাতীয় (Carbo-hydrates)**; (৩) **স্নেহজাতীয় (Fats and oils)**; (৪) **লবণজাতীয় (Salts)**; (৫) **জল (Water)** (৬) **ভাইটামিন (Vitamines)**।

(১) **আমিষ জাতীয় খাদ্য (Proteins)**—মাছ, মাংস, ডিম, দুগ্ধ, তাল প্রভৃতি এই জাতীয় খাদ্য। নাইট্রোজেন, কার্বন, অক্সিজেন ও গন্ধক—প্রোটিনের মূল উপাদান। কনসুমশন ও দেহের দ্বারা সাধনের জন্য প্রোটিন জাতীয় খাদ্য অত্যাৱশ্যক। ইহা নাইট্রোজেন সরবরাহ করিয়া দেহকে গঠিত ও বর্ধিত করে। এই জাতীয় খাদ্য দ্বারা জাতীয় মাংসের পক্ষে নাইট্রোজেন অন্য কোথাও হইতে পাইবার উপায় নাই। এই জাতীয় খাদ্যের অভাবে দেহ শীর্ণ হইয়া পড়ে এবং রোগের আক্রমণ প্রতিরোধ করিতে অক্ষম হইয়া ফলশ্রান্ত প্রাপ্ত হয়।

(২) **শর্করা জাতীয় খাদ্য (Carbo-hydrates)**—আম, চিনি, জল, চাউন, মরচা, লাভ, বার্লি প্রভৃতি এই জাতীয় খাদ্য। কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন—শর্করা জাতীয় খাদ্যের মূল উপাদান। শর্করা-জাতীয় খাদ্য শরীরে তাপ উৎপাদন, বহির্জীবন, কক নিৰ্মাণ করে। ইহা দ্বারা দেহের কক নিৰ্মাণ, শক্তি ও বৃদ্ধি সাধন করে। এই জাতীয় খাদ্য আম, চিনি, জল, চাউন, মরচা, লাভ, বার্লি প্রভৃতি।

সেইসময়কার খাদ্য ছিল *grain and pulse*—মুগ, চাউর, ভাত, ডাল, কুমড়া, কুমড়ার তেল, প্রভৃতি এই খাদ্যের ব্যবহারেই হাইড্রোফেন ও অক্সিজেন যৌগসমূহের প্রভাবের উপশমন (উপায়ান) পুষ্টিকারী পাতের উপায়ানের সমান হইলেন। ইহা অক্সিজেনের পরিমাণ অগণনাকৃত হয়। ইহা শরীরের পরিমাণে ভাগ উপায়ান করে। সেহেতু কোষে অক্সিজেনের উপায়ান এই হিসাবে কিছু চর্বি (Fat) যেন-যেহা অক্সিজেনের আবর্তক। মুগ, মাখন প্রভৃতি প্রাণিক চর্বির অভাবে বিজ্ঞান সম্যক বর্ণিত হইতে পারে না। তাই শিশু-পাণ্ডে ইহার কথা অপরিসীম। শরীরে ভাগ উপায়ানের ক্ষমতা পরিমাপ করা যায় খাদ্যের প্রাণিক চর্বিতে হয় তাহা হয়ন করা শক্ত; এইজন্যই পুষ্টিকারী ও যৌগসমূহের প্রভাবের পরিমাপ এতদূর আবর্তক।

(৪) লবণসমূহের খাদ্য (Salts)—বিবিধ পাতের সন্ধি-সময় বহুবিধ লবণ পাইলেও সাধারণ লবণ (Sodium chloride) ইহা আবার সর্বোৎকৃষ্ট অধিক লবণ পাইয়া থাকি। ক্যান্টিনে বসিত লবণ হাড় ও হাঁত শক্ত হয়। সৌর-বসিত লবণের উপায়ান কার্যে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ লবণ রক্তের প্রাণিক চর্বিতে হয়। ইহার অভাবে রক্ত তরল এবং সেহে বীণ হয়।

(৫) জল (Water)—আমাদের দেহের পৃষ্ঠতল ১-৩ ভাগ জল। জল ইহা হইতে হয়, পর্ব ও নিম্নভাগের সন্ধি-সময় জল

(৬) **ভাইটামিন (Vitamines)**—ভাইটামিনকে বাংলা ভাষায় **খাদ্য-প্রাণ** বলা হয়। ইহার অভাবে খাদ্য নিশ্চয় হইয়া পড়ে এক দেহের পুষ্টি ও বর্ধনাদি কার্য সম্যক্রূপে করিতে পারেনা। ইহার অভাবে দেহ দুর্বল হইয়া পড়ে ; দেহের রোগ প্রতিবেধ করিবার শক্তি হ্রাস পায় এবং ফলে বিশেষ বিশেষ রোগের আক্রমণে মৃত্যু ঘটে। তেঁকিছাটা-চাল, ডাল, দুধ, মাছ, ডিম এবং বিশেষ করিয়া ফলমূল, শাক-সব্জি প্রভৃতি প্রকৃতি-প্রদত্ত খাদ্যে প্রচুর পরিমাণে ভাইটামিন থাকে। অধিক সিদ্ধ ও পরিপাক করিলে খাদ্যের ভাইটামিন নষ্ট হইয়া যায় এবং উহা অসার হইয়া পড়ে। এ, বি, সি, ডি, ই,—এই পাঁচ প্রকারের ভাইটামিনের সন্ধান পাওয়া গিয়াছে।

ভাইটামিন “এ”—(i) শাকফল, শাকসব্জি, বিলাতি বেগুন, গাজর, বাঁধাকপি, পালংশাক, দুধ, মাখন, ডিমের কুস্থম, কডলিভার অয়েল, প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে বোগ-প্রতিবেধ শক্তি হ্রাস পায়, চক্ষু নষ্ট হইয়া যায় এবং দেহেব পুষ্টি ঘটে না।

ভাইটামিন “বি”—(i) বিলাতি-বেগুন, বেগুন, আলু, শিম-বীজ, দুধ, মাছ, ডিম, নারিকেল, খেজুর প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে অজীর্ণ, বেরিবেরি প্রভৃতি রোগ উৎপন্ন হয়।

ভাইটামিন “সি”—(i) সবুজ শাকসব্জি, কমলালেবু, আনাবস, কুল, পেয়ারা, ভাব, শশা, শাঁক আলু, বিলাতি-বেগুন, শিম, ছোলা, মুগের অংকুর প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহা রক্ত পবিকার করে এবং সংক্রামক রোগ প্রতিবেধ করিবার ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। ইহার অভাবে ক্কারি রোগ উৎপন্ন হয়।

শারীর-বিভা

ভাইটামিন “ডি”—(i) হৃৎ, যি, মাখন, ভিষের হৃৎ, হাড়, হাড়
কঙ্কালভার অয়েল প্রভৃতিতে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে হাড় পুট হইতে পারে না এবং শিশুদিগের
রিকেটস্ নামক এক সাংঘাতিক রোগ উৎপন্ন হয়।

ভাইটামিন “ই”—(i) অলিভ অয়েল, গম, ধব, চর্বি, মাংস প্রভৃতি
খাদ্যে প্রচুর পরিমাণে থাকে।

(ii) ইহার অভাবে সন্ধানোংপাদিকা শক্তি লোপ পায়।

Q. 6. (a) Give a description of the organs that are connected with the process of digestion and (b) state how they help in digesting the several types of food.

Ans a পৌষ্টিক মালীর (Alimentary canal) মধ্যে খাদ্য
পরিপাক হয়। ইহার চর্যি অংশ—(১) মুখগহ্বর, (২) ক্যারিংস্, (৩)
অন্ননালী, (৪) আমাশয়, (৫) ক্ষুদ্রান্ত্র (৬) বৃহদন্ত্র। নিম্নে প্রত্যেক
অংশের বিশেষ পবিচয় দেওয়া হইল।

(১) মুখগহ্বর (Buccal cavity)—এই গহ্বরের সম্মুখে বোলটি
বোলটি করিয়া দুই পাটিতে বক্রিণটি দাঁত, পশ্চাতে ক্যারিংস্, উর্গে ভাঙ
এবং নিম্নে জিহবা থাকে। দাঁতের প্রত্যেক পাটির সম্মুখভাগে চারিটি করিয়া
ছেদন দন্ত Incisor, উহাদের দুইপাশে একটি একটি করিয়া ছাঁচ
দন্ত (Canines) এবং উহাদের পরে দুইপাশে পাঁচটি পাঁচটি করিয়া মল
দন্ত (Molars) থাকে।

ভালুর দুই অংশ—সম্মুখের কঠিন অংশকে কঠিনভালু (Hard palate)
এবং পশ্চাতের নরম অংশকে নরম ভালু (Soft palate) বলে।

গলদেশ হইতে বাহির হইয়া দাঁত পর্যন্ত বিস্তৃত। ইহার তলদেশ বেগুণ বর্ণের, উপরিভাগ তেমন নয়। উহার উপরে বালুকা কণার স্তায় ছোট ছোট কোরক থাকে, তাহাকে স্বাদকোষিক (Taste bud) বলা হয়।

(২) ক্যারিংস্ (Pharynx)—মুখগহ্বর, শ্বাসনল (Trachea), অন্ননালী, নাসাপথ ও কর্ণদুইটি হইতে আগত ইউটেকিয়ান টিউব দুইটি—এই দুইটি নালার সংযোগ স্থলকেই ক্যারিংস্ বলা হয়। ইহার দুইপাশে টাঙ্গুয়েন্সি (Tonsil) এবং উপরে আল্জিব (Uvula)।

(৩) অন্ননালী (Aesophagus)—ক্যারিংস্ ও আমাশয়ের মধ্যবর্তী পৌষ্টিকনালীর অংশ বিশেষকে অন্ননালী বলা হয়। ইহার কিয়দংশ দ্ব্যঙ্গ্যচ্ছদার (Diaphragm) উপরে এবং কিয়দংশ উহা নিম্নে থাকে। এই নিম্নাংশই আমাশয়ের সহিত যুক্ত থাকে।

(৪) আমাশয় (Stomach)—ইহা উদর গহ্বরের (Abdominal cavity) বাহ্যিক অবস্থিত, তিস্তির মশকের স্তায় আকৃতি বিশিষ্ট, পৌষ্টিকনালীর অংশ বিশেষ। ইহার দুইটি মুখ। যে মুখটি হৃদয়ের দিকে এবং অন্ননালীর সহিত সংযুক্ত, তাহাকে কার্ডিয়াক্ অরিক্টিস (Cardiac orifice) এবং যে মুখটি অম্বলের সহিত সংযুক্ত তাহাকে পাইলরিক্ অরিক্টিস (Pyloric orifice) বলা হয়। ইহার প্রাচীর তিনটি স্তর দ্বারা গঠিত। বাহিরের স্তরটি মসৃণ ও পিচ্ছিল, মধ্যের স্তর পেশী নির্মিত এবং ভিতরের স্তর অসংখ্য গ্রন্থি (Follicle) যুক্ত পাতলা আবরণের মত।

(৫) ক্ষুদ্রান্ত্র (Small intestine)—উদর গহ্বরের নিম্নাংশে ক্ষুদ্রান্ত্র অবস্থিত। ইহা আমাশয়ের সহিত সংযুক্ত এক-ইকি-ব্যাং বিশিষ্ট প্রায় কুড়ি ফিট লম্বা একটি নল যাত্র। ইহার প্রাচীরের গঠন আমাশয়ের প্রাচীরের প্রায়ের অনুরূপ।

শারীর-বিজ্ঞান

(৬) বৃহৎক (Large intestine)—দুহাদের সহিত সংযুক্ত পৌষ্টিক নালীর অবশিষ্ট অংশকেই বৃহৎক বলা হয়। ইহা অপেক্ষাকৃত বেশী চওড়া এবং প্রায় পাঁচ ফুট দীর্ঘ। ইহা দুহাদকে তিনদিকে বেটন করিয়া থাকে। ইহার উপরস্থ অংশটিকে অ্যাসেন্ডিং কোলন্ (Ascending colon), বাহুভূমিক অংশটিকে ট্রান্সভার্স কোলন্ (Transverse colon) এবং অধোস্থ অংশটিকে ডিসেন্ডিং কোলন্ (Descending colon) বলা হয়; ইহার শেষ প্রান্তকে রেক্টাম্ (Rectum) বলে।

(b) মুখগহ্বরে ক্রিয়া—

কঠিন খাদ্য মুখগহ্বরে প্রবেশ করিলে পর উহা দন্তদ্বারা চবিত হয় এবং ভিহ্না উহাকে নাড়িয়া চাড়িয়া দন্তের চর্চণ কাষে সহায়তা করে। এই সময় সাবলিংগুয়াল (Sublingual) ও সাবম্যাক্সিলারি (Submaxillary) গ্রন্থিয হইতে নিঃসৃত নালী খাদ্যকে পিচ্ছিল করে এবং প্যারোটাইড (Parotid) ও সাবম্যাক্সিলারি গ্রন্থিয নিঃসৃত পাতলা রসে ট্যালিন (Ptyalin) নামক যে এন্জাইম (Enzyme) থাকে তাহার ক্রিয়ায় খাদ্যবিশিষ্ট খেতসারের কিয়দংশ মাল্টোজ (Maltose) নামক চিনিতে পরিণত হয়। এইবার এই চবিত খাদ্য গিলিয়া ফেলা হয়। এপিগ্লট্টিস (Epiglottis) বাসনলের মুখ বন্ধ করিয়া দেয় এবং খাদ্য অন্ননালীর ভিতর দিয়া আমাশয়ে (Stomach) আসিয়া পৌঁছায়।

আমাশয়ে ক্রিয়া—

এই সময় আমাশয়ের ভিতরের-গাত্রস্থিত গ্রন্থি স্রব হইতে গ্যাস্ট্রিক জুস্ (Gastric juice) নির্গত হয়। পেপ্সিন-হাইড্রোক্লোরিক-অ্যাসিড (Pepsin-hydrochloric-acid) ইহার উপাদান। আমাশয় প্রাণীর মধ্যস্তরের পেশীসমূহ উহার মধ্যে একটা আলোড়নের (Peristaltic movement) সৃষ্টি করে। এই আলোড়নে গ্যাস্ট্রিক জুস্ (Gastric juice) খাদ্যের

আসে। দক্ষিণ নিলর রক্তে পরিপূর্ণ হইবা মাত্র উহা সংকুচিত হয়, তিনপাল্লিহুঁক পপাটিকা বন্ধ হইয়া যায় এবং অর্ধচন্দ্র কপাটিকা খুলিয়া রক্ত কুস্কুসের দ্বারা নিলর কুস্কুসে চলিয়া যায়। কুস্কুসে এই দ্বিভ রক্ত অক্সিজেন সংস্পর্শে বিভক্ত হইয়া কুস্কুসীর নিরার সাহায্যে এবং অগ্নিলব্ধের প্রসারণ জনিত আকর্ষণে বাম অগ্নিলব্ধে ফিবিয়া আসে। বাম অগ্নিলব্ধ রক্তে পরিপূর্ণ হইবা মাত্র উহা সংকুচিত হয় এবং এক সংকোচনের চাপে রক্ত ছুইপাছাযুক্ত কপাটিকা খুলিয়া বাম নিলরে ফিবিয়া আসে। বাম নিলর রক্তে পরিপূর্ণ হইবামাত্র উহা সংকুচিত হয়, ছুইপাছাযুক্ত কপাটিকা বন্ধ হইয়া যায় এবং অর্ধচন্দ্র কপাটিকা খুলিয়া রক্ত হৃদযন্ত্রমন্ডিতে প্রবেশ করে এবং তথা হইতে অসংখ্য শাখাপ্রশাখা ও জালকের দ্বারা দেহের প্রত্যেক কোষকে অক্সিজেন ও খাদ্যের সারাংশ প্রদান করে। এই সময় কাবন-ডাই-অক্সাইড ও কোষের অন্তান্ত দ্বিভ পদার্থের সংস্পর্শে রক্ত দ্বিভ হয়। দ্বিভ-রক্ত জালক ও অসংখ্য শিরা উপশিরার ভিতর দিয়া দেহের প্রত্যেক কোষে উৎসর্গ বা নির্য মহাশিরায় পৌছায়। এইস্থান হইতে অগ্নিলব্ধের প্রসারণ জনিত আকর্ষণে, রক্ত দক্ষিণ অগ্নিলব্ধে ফিবিয়া আসে। এই প্রকারে রক্ত সঞ্চালনের চক্র (Cardiac cycle) সম্পূর্ণ হয়।

Q. 8. Describe the composition of blood and mention some of its functions.

Ans. ২ নং Table এ রক্তের সংক্ষিপ্ত পরিচয় প্রদত্ত হইল—

* * *

Q. 9. What are the special organs of respiration? State how they help in bringing about the phenomenon.

Ans. (a) (i) বাসনালী (Wind pipe) ও (ii) কুস্কুস (Lungs) — এই দুইটিই বাসনালীর সাহায্যে রক্তের বাসনালীর দুইটি অংশ—উপরে

TABLE No. 2.

রক্ত (Blood)	গঠন	রক্তরস (Plasma)	জল, লবণ, আলুমিনিয়, মবি-উলিন, কাইট্রিনোজেন ইহার উপাদান।	লোহিত (Red)	অণুচক্রিক (Blood-plasma)	শ্বেত (White)
উপকারিতা	তরল রক্ত	রক্ত কণিকা (Blood corpuscle)	জমাট রক্ত (Coagulated blood)	<p>(১) গোলাকার, মধ্যস্থলে কিছু চ্যাপ্টা।</p> <p>(২) ব্যাস $\frac{7}{1000}$ ইঞ্চি।</p> <p>(৩) একসঙ্গে জড় হইয়া থাকে।</p> <p>(৪) ইহার প্রধান উপাদান হিমোগ্লোবিন, লৌহ ও প্রোটিনের সংমিশ্রণে গঠিত এবং কোষগুলির মধ্যে অক্সিজেন পরিবেশক।</p> <p>(৫) অক্সিজেনযুক্ত হিমোগ্লোবিন Oxy-Haemoglobin গাঢ় রক্ত বর্ণ।</p> <p>(৬) লোহিত কণিকা লোহিত-স্ফার গঠিত হয়।</p> <p>(৭) পুরাতন কণিকা দ্রুত বিলুপ্ত হয়।</p>	<p>(১) ইহার দৈর্ঘ্যে চাকতির মত।</p> <p>(২) লোহিত কণিকা অপেক্ষা ছোট।</p> <p>(৩) ৪-৫ টি লোহিত কণিকার সহিত একটি অণুচক্রিকা থাকে।</p> <p>(৪) ইহাদের রক্ত মাটি।</p> <p>(৫) কোন স্থান কটিয়া গেলে ঐ স্থানে রক্ত জমাটবদ্ধ করে।</p>	<p>(১) নানা আকারের হয়।</p> <p>(২) লোহিত কণিকা অপেক্ষা বড়।</p> <p>(৩) ব্যাস $\frac{2}{1000}$ ইঞ্চি।</p> <p>(৪) বায়বীয় ভাবে চলিয়া দেড়ায়।</p> <p>(৫) বৃত্ত কোষগুলিকে পাঠিয়া গেলে এবং জীবিত কোষগুলি বাতাসে দগ্ধ হইয়া উভয়ের পূর্ণ স্থান পূর্ণ করে ডাকার ব্যবস্থা করে।</p> <p>(৬) কুমুদের ভিতর থুলা, নালি পড়িলে পরিষ্কার করিয়া দেয়।</p> <p>(৭) জীবাত্ম সংস্কৃত হইলে নিজেই ধরিয়া যায়।</p> <p>(৮) লোহিত স্ফার ইহার উৎপন্ন হয়।</p> <p>(৯) লালিকাগ্রন্থি এবং ডাল্ফ্রিজেড</p>
উপকারিতা	রক্ত কণিকা	সেরাম (Serum)	<p>জল</p> <p>লবণ</p> <p>আলুমিনিয়</p>	<p>(১) শ্বেত রক্তকণিকার সাহায্যে জীবাত্ম সংস্কৃত হইতে রক্ত করে।</p> <p>(২) অণুচক্রিকার সাহায্যে রক্ত জমাটয়া রক্ত-পাতক করে।</p> <p>(৩) লোহিত কণিকার সাহায্যে কুমুদ হইতে রক্ত-পাতক এবং রক্ত হইতে পাতকের সাহায্যে রক্ত-পাতক সরবরাহ করে।</p> <p>(৪) দূষিত বায়ু ও অন্তর্ভুক্ত দূষিত পদার্থ দ্রুত চুষ্ট বাহির করিয়া দেয়।</p> <p>(৫) বায়ু অটুত রাখে</p>	<p>(১) শ্বেত রক্তকণিকার সাহায্যে জীবাত্ম সংস্কৃত হইতে রক্ত করে।</p> <p>(২) অণুচক্রিকার সাহায্যে রক্ত জমাটয়া রক্ত-পাতক করে।</p> <p>(৩) লোহিত কণিকার সাহায্যে কুমুদ হইতে রক্ত-পাতক এবং রক্ত হইতে পাতকের সাহায্যে রক্ত-পাতক সরবরাহ করে।</p> <p>(৪) দূষিত বায়ু ও অন্তর্ভুক্ত দূষিত পদার্থ দ্রুত চুষ্ট বাহির করিয়া দেয়।</p> <p>(৫) বায়ু অটুত রাখে</p>	<p>(১) শ্বেত রক্তকণিকার সাহায্যে জীবাত্ম সংস্কৃত হইতে রক্ত করে।</p> <p>(২) অণুচক্রিকার সাহায্যে রক্ত জমাটয়া রক্ত-পাতক করে।</p> <p>(৩) লোহিত কণিকার সাহায্যে কুমুদ হইতে রক্ত-পাতক এবং রক্ত হইতে পাতকের সাহায্যে রক্ত-পাতক সরবরাহ করে।</p> <p>(৪) দূষিত বায়ু ও অন্তর্ভুক্ত দূষিত পদার্থ দ্রুত চুষ্ট বাহির করিয়া দেয়।</p> <p>(৫) বায়ু অটুত রাখে</p>

শ্বাস-বিভা

কিরণী স্বরযন্ত্র (Larynx) এবং পরবর্তী অংশ ট্র্যাকিয়া (Trachea) ট্র্যাকিয়ার নিরতম প্রান্ত হইতে দুইটি শাখা-নালী বাহির হইয়া বামে ও দক্ষিণে চলিয়া যায়। ইহাদিগকে ব্রংকাই (Bronchi) বলা হয়। ব্রংকাই অঙ্গাংশ শাখা-প্রশাখায় (Bronchioles) বিভক্ত হইয়া ফুস্ফুস দুইটির মধ্যে প্রবেশ করে এবং নুনাতিশ্রুত ভাণে বিভক্ত হইয়া ফুস্ফুসস্থিত এক একটি বায়ুপুৰ্ণ থলিতে (Air sac) গিয়া শেষ হয়।

(iii) ফুস্ফুস (Lungs)—বক্ষোগহ্বরের মধ্যে হৃৎপিণ্ডের দুইপাশে দুইটি ফুস্ফুস থাকে। ফুস্ফুস দুইটি প্লুরা (Pleura) নামক একটি আবরণ দ্বারা আবৃত। দক্ষিণ ফুস্ফুস, বাম ফুস্ফুস অপেক্ষা বড় এবং তিন খণ্ডে বিভক্ত। বাম ফুস্ফুস দুই খণ্ডে বিভক্ত। ফুস্ফুস কতকগুলি বায়ুপূর্ণ থলির সমষ্টিমাত্র। থলিগুলির পাতলা আবরণের উপর অসংখ্য জালক বিভক্ত থাকে।

(b) শ্বাসকার্য—শ্বাসকার্যে আমরা বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইড পরিত্যাগ করি। প্রশ্বাস গ্রহণের সময় আমাদের মধ্যচ্ছদ্য (Diaphragm) ও পাকরার পেশীগুলি সংকুচিত হওয়া বক্ষোগহ্বরের আয়তন বর্ধিত হয়। বক্ষোগহ্বরের ভিতরের চাপ বাহিরের চাপ অপেক্ষা কমিয়া যায়। তাই ভিতর ও বাহিরের চাপের সমতা রক্ষা জন্য নাক বা মুখ ও শ্বাসনালী দিয়া বাতাস ফুস্ফুসে আসিয়া উহার বায়ু যদি সন্মুখে প্রবেশ করে। এই সময় এই থলির গাত্রস্থিত জালকের রক্ত বাতাস হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে এবং উহাদের পরিত্যক্ত কার্বন-ডাই-অক্সাইডে। জলীয় বাষ্পে ফুস্ফুস পূর্ণ হয়।

নিঃশ্বাস-ত্যাগের সময় মধ্যচ্ছদ্য ও পাকরার পেশীসমূহ প্রসারিত হইয়া বক্ষোগহ্বরের আয়তন কমিয়া যায়, ভিতরের চাপ বাহিরের চাপ বেশী হয় এবং ভিতর ও বাহিরের চাপের সমতা রক্ষার জন্য ফুস্ফুসের ক কার্বন-ডাই-অক্সাইড-পূর্ণ ও জলীয়-বাষ্প-পূর্ণ বাতাস শ্বাসনালী, ও নাক বা মুখ

বাহির হইয়া যায়। কুসুম এইরূপে মিনিটে ১৫-১৮ বার সংকুচিত ও প্রসারিত হয়।

Q. 10. Describe the structure and function of a nerve and state what you know about the nervous system.

Ans (a) (i) স্নায়ুর গঠন—এক একটি স্নায়ু (Nerve) কতকগুলি স্নায়ুতন্তু (Nerve fibres) এবং এক একটি তন্তু কতকগুলি স্নায়ুকোষের (Nerve-cell) সমষ্টিমাত্র। প্রত্যেক স্নায়ু-কোষের মধ্যস্থলে এক একটা নিউক্লিয়াস (Nucleus) থাকে। কোষের প্রোটোপ্লাজম (Protoplasm) একদিকে সূত্রাকারে বর্ধিত হয়। এই বর্ধিত অংশের নাম অক্সোন (Axon)। অক্সোনের বিপরীত দিকেও প্রোটোপ্লাজম বর্ধিত হইয়া অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র কতকগুলি সূত্র উৎপন্ন করে—ইহারা ডেনড্রন (Dendron)। অক্সোনের চারিদিকে একটি আবরণ (Medulla) জন্মায় এবং এই আবরণটি নিউরিলেমা (Neurilemma) নামক একটি পাতলা আবরণে আবৃত থাকে। অক্সোনের মূল শাখা-প্রশাখায় বিভক্ত হয়। একটি কোষের অক্সোন অল্প কোষের ডেনড্রনের সহিত সংযুক্ত হয়। কতকগুলি কোষ এই প্রকারে সংযুক্ত হইয়া এক একটি স্নায়ুতন্তু বা স্নায়ুর উৎপন্ন করে। স্নায়ুতন্তুগুলি সংযুক্ত হইয়া স্নায়ুতে পরিণত হয়।

(ii) স্নায়ুর কার্য—(১) নার্ভস সিস্টেম (Nervous system) শরীরের বাহ্যিক কার্য নিয়ন্ত্রিত করে। (২) সংজ্ঞাবাহী বা অনুভবাহী (Sensory or afferent) নার্ভ মস্তিষ্কের দিকে উত্তেজনা চালিত করে। এবং উহাদের সাহায্যে বস্তু গুলি, অগ্নির প্রভৃতি বাহ্যিক বিষয়ে আমরা জ্ঞান লাভ করিতে পারি। (৩) চালক বা বহির্বাহী (Motor or efferent nerve) নার্ভ মস্তিষ্ক

TABLE No. 3.

স্নায়ু-তন্ত্র (Nervous System)	মস্তিষ্ক ও স্নায়ু কণ্ড সঞ্চয়ী (Cerebro-spinal)	মস্তিষ্ক (Brain)	(১) মূল মস্তিষ্ক (Cerebrum)	<ol style="list-style-type: none"> ১। বৃহত্তম ও প্রাচীনতম অংশ। ২। স্থান, বুদ্ধি, অনুভূতি, স্মৃতি প্রভৃতির উৎপত্তিস্থল। ৩। উপরিভাগে ধূসরবর্ণের অসংখ্য গায়কোব ঘারা গঠিত। ৪। ইহার উপরিভাগে অসংখ্য ভাঁজ (Convolutions) দেখিতে পাওয়া যায়। ৫। যিনি বহু চিপাশীল ও বুদ্ধিমান মূলমস্তিষ্কে তাঁজের সংখ্যা তাঁর তত্ত বেশী।
			(২) ক্ষুদ্র মস্তিষ্ক (Cerebellum)	<ol style="list-style-type: none"> ১। মূল-মস্তিষ্কের নিম্নে ও পশ্চাতে অবস্থিত। ২। মূল-মস্তিষ্ক অপেক্ষা আকারে ছোট। ৩। দেহের গতিবিধি ইচ্ছাধারা পরিচালিত হয়।
			(৩) স্নায়ু-নিদক (Medulla)	<ol style="list-style-type: none"> ১। মস্তিষ্কের সর্নিম্ন অংশ। ২। বাসব ও ক্রমবর্ধনের কাজ নিয়ন্ত্রিত করে। ৩। ইচ্ছাধারা মস্তিষ্কের সহিত স্নায়ুকাণ্ডের যোগ সাধিত হয়।
	স্নায়ু স্নায়ুতন্ত্র (Sympathetic system)	স্নায়ু-কণ্ড (Spinal chord)		<ol style="list-style-type: none"> ১। দেহে প্রায় ১৮ ইঞ্চি। ২। তাঁতের কনিষ্ঠার (Little finger) মত পুরু। ৩। মেরুদণ্ডের মধ্যে সুরক্ষিত। ৪। স্নায়ুনিদক হইতে ১ম লাম্বার কশিক (1st lumbar vertebra) পর্যন্ত বিস্তৃত। ৫। ইহা হইতে ৩১শ জোড়া স্নায়ু বহির্গত হইয়া দেহের সমস্ত বিভক্ত হয়। ৬। এই স্নায়ু-সমূহের সাতটি কটির দুইটি মূল; (a) স্নায়ুগের মূল (Anterior root); ইহা বহির্গত (Efferent) স্নায়ুধারা গঠিত। (b) পশ্চাত্তর মূল (Posterior root); ইহা অন্তর্গত (Afferent) স্নায়ুতন্ত্র দ্বারা গঠিত। ৭। ইহা মস্তক ভিত্তি দেহের অপর সকল অংশকেই মস্তিষ্কের সহিত যুক্ত করে এবং ইচ্ছাধীন অংশগুলিকে নিয়ন্ত্রিত করে।

অবপণ্ড, পাকস্থলী প্রভৃতি
দেহের যে সকল অংশ উচ্ছাধীন
এবং মস্তিষ্কের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত
হইলেও স্নায়ু প্রায় তত্ত্ব দ্বারা
ইচ্ছাধীন অংশভাবে পরিচালিত
হয়।

ইতে উদ্ভেদনা বাহিরের দিকে চালনা করে এবং উহাদের সাহায্যে অঙ্গ-
ভাষ্যের বাবতীর চেষ্টা পরিচালিত হয়।

মানব দেহের স্নায়ুতন্ত্রের বিভাগ ও বিশেষ বিবরণ ৩নং Tableএ প্রদত্ত হইল—

* * *

Q. 11. Describe the structure and function of the eye.

Ans. চক্ষুর গঠন—মুখমণ্ডলস্থিত দুইটি গোলাকার কোটর (Socket) মধ্যে দুই চক্ষু অবস্থিত। প্রত্যেক চক্ষুই দুইটি পাতার (Eye lid) দ্বারা আবৃত থাকে। অস্থি-নির্মিত কোটর ও এত পাতা চক্ষুকে রক্ষা করে। চক্ষুর পাতার প্রান্তদ্বয়ে যে কেশ থাকে তাহাও চক্ষুর রঙ্গা কাথেই নিয়ন্ত্রণ থাকে।

চক্ষুর পাতায় পৃথক্ পৃথক্ দুইটি স্তর লক্ষ্য করিতে পারা যায়। প্রথম স্তর বাহিরের স্তরটি শরীরের চর্মেরই অঙ্গীভূত এবং ত্বকের স্তরটি চক্ষু-গোলকের অব্যবহিত বাহিরের আবরণ। এই স্তরটিকে কনজাংটিভ (Conjunctiva) বলা হয়।

চক্ষু গোলক (Eye ball) তিনটি আবরণের দ্বারা আবৃত। প্রথমটি স্ক্লেরোটিক (Sclerotic)। উহা শাদা, দৃঢ় এবং অস্থক। ইহার সামনের কিয়দংশ স্বচ্ছ এবং উহাকে কর্ণিয়া (Cornea) বলা হয়। দ্বিতীয় অর্ধাংশ মধ্যের আবরণটি কোরয়ড (Choroid)। ইহা অসংখ্য ধমনী ও শিরার দ্বারা পরিপূর্ণ এবং কালো। তৃতীয় অর্ধাংশ সর্বাঙ্গের ত্বকের আবরণটি লস্যা স্নায়ু কোষ ও স্নায়ুতন্ত্র দ্বারা গঠিত। ইহাকে রটিনা (Retina) বলা হয়। ইহারই সহিত চক্ষুনার্ভ (Optic nerve) সংযুক্ত থাকে। চক্ষু গোলকের মধ্যবর্তী কাচের মত স্বচ্ছ একটি স্ফি (Lens) গোলকটিকে দুই প্রকোষ্ঠে বিভক্ত করে। অগ্রোদ গটল (Cornea) ও পশ্চিম স্ফি

দৃশ্যের প্রকোষ্ঠ, গ্র্যাকুয়াল হিউমার (Aqueous humour) নামক এক প্রকার বহু ও তরল পদার্থে পূর্ণ থাকে। মণি ও অক্ষিপট (Retina) মাঝবর্তী পশ্চাতের প্রকোষ্ঠ, ভিট্রিয়াল হিউমার (Vitreous humour) নামক বহু ও তরল পদার্থে পরিপূর্ণ।

মণির ঠিক সম্মুখে, মধ্যস্থলে গোলাকার হিউমার বিশিষ্ট একটি কালো পর্দা থাকে। ঐ পর্দাটিকে কলীমিকা (Iris) এবং উহার হিউমটিকে তারারন্ধ্র (Pupil) বলা হয়।

চক্ষুর কার্য—বাহিরের বস্তুবিশেষ হইতে আগত আলোক অচ্ছাদ পটল (Cornea), গ্র্যাকুয়াল হিউমার (Aqueous humour), মণি (Lens), ভিট্রিয়াল হিউমার (Vitreous humour)—এই বহু পদার্থগুলির মধ্য দিয়া অক্ষিপটের উপর পতিত হয় এবং ফলে বস্তুটি অক্ষিপটের (Retina) উপর প্রতিবিম্বিত হইয়া থাকে। আলোক সংস্পর্শে অক্ষিপট উত্তেজিত হয় এবং ঐ উত্তেজনা চক্ষুনার্টের (Optic nerve) ভিতর দিয়া মস্তিষ্কের ভিতরে গিয়া এবং রূপের উত্তেজনা আগাইয়া তুলে।

Q. 12. Describe the structure and function of the ear.

Ans. কর্ণের গঠন—কর্ণের তিনটি অংশ—(১) বহিঃকর্ণ (External ear), (২) মধ্যকর্ণ (Middle ear or tympanum) এবং (৩) অন্তঃকর্ণ (Internal ear or labyrinth)।

(১) বহিঃকর্ণ—বাহ্যকে আমরা সাধারণতঃ “কান” বলি তাহাই বহিঃকর্ণ। ইহা তালুপাখি দ্বারা গঠিত এবং ইহার মধ্যভাগ হইতে একটি নালী (Auditory canal) ভিতরের দিকে চলিয়া গিয়াছে। এই নালীর শেষ প্রান্তে যে পর্দা

আছে তাহাকে কর্ণপট (Ear drum or tympanic membrane) বলা হয়।

(২) মধ্যকর্ণ—কর্ণপট হইতে মধ্যকর্ণের আরম্ভ। ইহাতে ম্যালিয়াস্ (Malleus), ইংকাস্ (Incus) ও স্টেপ্‌স্ (Stapes) নামক অতি ছোট তিনখানি হাড় পরস্পরের সহিত অতি স্বকোশলে সংযুক্ত হইয়া মধ্যকর্ণের এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত বিস্তৃত থাকে। ইউষ্টেকিয়ান্ নল (Eustachian tube) সাহায্যে ইহার মধ্যে বায়ু চলাচল হয়। ম্যালিয়াস্ হাড়খানি কর্ণপটের তিতরের দিকের সহিত এবং স্টেপ্‌স্ হাড়খানি অন্তঃকর্ণের একটি পর্দার (Fenestra ovalis) বাহিরের-পার্শ্বের সহিত সংযুক্ত।

(৩) অন্তঃকর্ণ—ইহার গঠন বড়ই জটিল। যে পর্দার স্টেপ্‌স্ হাড়খানি সংযুক্ত থাকে তাহারই সম্মুখের অংশকে ভেস্টিবিউল (Vestibule) বলা হয়। ভেস্টিবিউলের একপার্শ্বে এবং উহার সহিত সংযুক্ত তিনটি অর্ধ-বৃত্তাকার নল (Semi-circular canal) এবং অপর পার্শ্বে উহারই সম্মুখ সংযুক্ত শব্দাকার কর্ণকব্জ (Cochlea)। ভেস্টিবিউল, অর্ধ-বৃত্তাকার নল এবং কর্ণকব্জ এই তিনটিকে একত্রে অস্থিময় ল্যাবিরিন্থ (Osseous labyrinth) বলা হয়। ইহারই অভ্যন্তরে সমান আকারের ক্লিস্টিফর্ম ল্যাবিরিন্থ অবস্থিত। ক্লিস্টিফর্ম ল্যাবিরিন্থের বাহিরে পেরিলিম্ফ (Perilymph) এবং ভিতরে এন্ডোলিম্ফ (Endolymph) নামক তরল পদার্থ বর্তমান থাকে। এই ক্লিস্টিফর্ম ল্যাবিরিন্থের মধ্যে কেশযুক্ত বহু সংবেদকোষ (Sense cell with hair-like process) থাকে। কেশগুলি এন্ডোলিম্ফের ভিতর ছড়াইয়া থাকে এবং কোষগুলির চারিদিকে কর্ণনার্ভের (Auditory nerve) শাখা-প্রশাখায় অসংখ্য স্নায়ু স্নায়ু তন্তু দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। কর্ণকব্জ ক্লিস্টিফর্ম ল্যাবিরিন্থের ভিতর দৈর্ঘ্যের প্রায় তিন হাজার স্ফটিক বর্তমান থাকে। ইহার সহায়তায়

Essentials of Matriculation Science

কর্ণের কার্য—যখন হইলেই বায়ুতে তরঙ্গে উৎপন্ন হয়। এই তরঙ্গে কর্ণের নালীর ভিতর দিয়া কর্ণপট্ট এবং সংগে সংগে মধ্যকর্ণ-কিত হাড়সমূহকে কম্পিত করে। এই কম্পন মধ্যকর্ণ হইতে অন্তঃকর্ণের তরল পদার্থে প্রসঞ্চিত হয় এবং কর্ণ-নার্ভকে উত্তেজিত করে। কর্ণ-নার্ভের সাহায্যে এই উত্তেজনা মস্তিকে পৌছাইলে শব্দাঙ্গুতি জন্মে।
